



Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area
Сельхозпроизводство ● Переработка ● Агротехсервис ● Агробизнес

RSM 3535

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
МОЩНЫЙ
ПОЛНОПРИВОДНЫЙ

СЕРИЯ 3000
УНИВЕРСАЛЬНЫХ
ПОЛНОПРИВОДНЫХ
ТРАКТОРОВ

МАКСИМАЛЬНАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
В КОМФОРТНЫХ
УСЛОВИЯХ





АГРОРУСЬ

28-я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА

10–12 ИЮЛЯ 2019

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНАЯ ПЛОЩАДКА
ВСЕРОССИЙСКОГО ДНЯ ПОЛЯ



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЕР

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
LED MARK

ПАРТНЕР



ГАЗПРОМБАНК
ПАО «ГАЗПРОМБАНК»



AGORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ. +7 (812) 240 40 40
ДОБ. 2221, 2235, 2234
AGORUS@EXPOFORUM.RU

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация
животноводства 2

Юбилей 8

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Как кормозаготовительная техника CLAAS способствует росту обменной энергии в корме и помогает увеличить надои 9

Классические тракторы Ростсельмаш модели 320/340 с позиций экономичности и приспособленности к тяжелым условиям работы 10

Современные разработки Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) для оценки потребительских свойств сельскохозяйственной техники 12

Инновационные технологии и оборудование

Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З., Губжоков Х.Л. Исследование режимов работы дизельных двигателей тракторов в реальных условиях эксплуатации 14

Гаджиев П.И., Шикалов М.С., Рамазанова Г.Г., Алексеев А.И. Исследование крошения почвы при её предпосадочной подготовке к последующей комбайновой уборке картофеля 20

Скорляков В.И. Обоснование повышения рабочей скорости почвообрабатывающих и посевных агрегатов 24

Дробин Г.В., Юрина Т.А., Глуценко Н.Н. Исследование влияния биологических и нанопрепаратов на морфометрические изменения растений озимой пшеницы 29

Стребков Д.С., Шогенов А.Х., Шогенов Ю.Х., Моисеев М.В. Перспективы развития передачи электроэнергии по однопроводной линии 33

Агротехсервис

Кравченко И.Н., Корнеев В.М., Коломейченко А.В., Петровский Д.И., Богачев Б.А. Методика разработки системы средств технологического оснащения для сервисных предприятий 39

Аграрная экономика

Комаров В.А., Якушев И.В. О государственной поддержке развития малых форм хозяйствования в региональном агропромышленном комплексе 44

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);

05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60. Тел. (495) 993-44-04

fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru www.rosinformagrotech.ru

© «Техника и оборудование для села», 2019

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 22.04.2019. Заказ 251

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

УДК 631.2-52

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-2-7

Экономическая эффективность и цифровизация животноводства

Н.М. Морозов,

д-р экон. наук, проф., академик РАН,
зав. лабораторией,
akademik.morozov34@mail.ru
(ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрено состояние производства продукции животноводства. Показано, что одной из причин медленных темпов возрождения животноводства является низкий уровень его технического оснащения высокоэффективной техникой. Отмечено, что одним из важных направлений технического прогресса в животноводстве и основным условием повышения эффективности производства продукции и улучшения её качества является расширение масштабов применения цифровых технологий. Приведены основные направления цифровизации животноводства.

Ключевые слова: животноводство, цифровые технологии, технические средства, машины и оборудование, эффективность, качество продукции, технический прогресс.

Постановка проблемы

Обобщение исследований по экономическим проблемам механизации и автоматизации животноводства, выполненных в России и за рубежом, позволяет заключить, что технические средства, являющиеся основой технологии производства продукции и выполнения процессов и операций, определяют экономическую эффективность производства и условия труда работников. Отставание России от ведущих стран мира по уровню производительности труда в животноводстве и неконкурентоспособность продукции, прежде всего молока, обусловлены главным образом низким уровнем технического оснащения объектов инновационной техникой, медленными темпами создания и применения новых видов машин и оборудования, ослаблением научных и опытно-конструкторских работ.

Для выполнения технологических процессов, прежде всего на объектах по производству молока, говядины и продукции овцеводства, по-прежнему применяются морально устаревшие технические средства.

Дояние коров на животноводческих фермах осуществляется преимущественно в стойлах коровников со сбором молока в переносные ведра (более 45% общего поголовья коров), молокопровод (42-45%) и только 8-10% – в залах. Для раздачи кормов используются морально устаревшие раздатчики типа КТУ и РММ, осуществляющие раздельную выдачу отдельных компонентов рациона. Удельный вес раздатчиков-смесителей в общем парке мобильных раздатчиков не превышает 45-50%. Удаление навоза из животноводческих помещений при привязном содержании животных осуществляется недостаточно надежными скребковыми и скреперными транспортерами, срок службы которых не превышает трёх-четырёх лет. При этом чистка стойл и расстил подстилки выполняются вручную.

Кризис сельхозмашиностроения страны привел к полной зависимости

отечественного аграрного комплекса от импорта зарубежной техники. Так, удельный вес используемых в 2017 г. зарубежных машин и оборудования для механизации животноводства в общем количестве достигает 90%. Крайне низкими остаются масштабы обновления парка машин в подотраслях животноводства, составляющие 2,5-3% в год вместо 12-15% – по нормативам. В результате свыше 80% техники в животноводстве используется сверх нормативно установленных сроков, что приводит к существенному увеличению затрат на поддержание ее в работоспособном состоянии.

Разрушена также система подготовки инженерно-технических кадров и специалистов для работы в животноводстве. В то же время доказано, что при привлечении на работу на объекты животноводства малоквалифицированных, неподготовленных кадров эффективность производства в молочном скотоводстве снижается на 13-15%, продуктивность коров – до 20%, сокращаются сроки их продуктивного использования.

Недостаточными остаются масштабы проводимой модернизации





действующих и строительства новых объектов животноводства.

Несмотря на отмеченные недостатки, производство продукции животноводства и удельный вес отрасли в валовой продукции сельского хозяйства в последние годы имеют устойчивую тенденцию к повышению, особенно производство свинины, яиц и мяса птицы [1]. Это в значительной мере обусловлено применением инновационной техники.

Цель исследований – анализ технико-технологического оснащения животноводства и разработка предложений по повышению эффективности производства животноводческой продукции.

Материалы и методы исследования

Исследовались состояние производства продукции животноводства, уровень его технико-технологического оснащения, зарубежные и отечественные инновационные технологические и технические достижения в различных подотраслях животноводства.

Источником служили статистические данные Минсельхоза России, информационные материалы международных и отечественных аграрных выставок, данные ведущих российских и зарубежных производителей техники для животноводства, научно-информационные и прогнозно-аналитические публикации ведущих отечественных ученых и специалистов в области инженерно-технического обеспечения животноводства.

В процессе исследования использовались экономико-статистический метод и метод экспертных оценок.

Результаты исследований и обсуждение

В рыночных условиях основными критериями инвестиционной привлекательности животноводства являются уровень удельных затрат ресурсов на производство продукции животноводства, рентабельность и качество продукции, обуславливающие конкурентоспособность и востребованность её потребителями.

Удельные затраты ресурсов на производство продукции, содержание и кормление животных зависят от большого количества технических, технологических, организационно-экономических, природно-климатических факторов, важнейшими из которых являются уровень оснащенности труда средствами механизации и автоматизации, способы содержания и кормления животных и их продуктивность, организация труда и квалификация работников, природно-климатические условия.

Технологии производства продукции животноводства характеризуются рядом отличительных признаков, обусловленных специфическими особенностями предметов труда и организационными формами осуществления производства:

- кратностью и требованиями к режимам и качеству выполнения технологических операций и получаемой продукции, обеспечиваемыми применяемыми средствами механизации и автоматизации;
- уровнем их инновационности и надежности;
- квалификацией работников и условиями труда;
- затратами ресурсов, издержками, сроками окупаемости инвестиций, рентабельностью производства.

В свою очередь, затраты ресурсов зависят от способов механизации и автоматизации, вооруженности труда, его организации и управления.

Важнейшими требованиями к технологиям производства, способам содержания животных и птицы, применяемым техническим средствам являются охрана окружающей среды и исключение вредного воздействия на воздушную среду, водоемы, почву, устранение их загрязнения отходами животноводства – навозными стоками, аммиаком, гельминтами. Отмеченное имеет не только экономическое, но и большое социальное значение.

Повышение эффективности производства продукции животноводства включает в себе более широкое понятие, чем улучшение производственных показателей (увеличение производительности, снижение за-

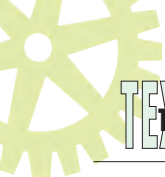
трат труда, уменьшение количества работников, увеличение надоев и др.). Не менее важным здесь является сохранение здоровья животных и обеспечение условий для реализации их генетического потенциала.

Уровень технического оснащения инновационной техники является сердцевинной технологии, характеризующей ее прогрессивность и влияющей на эффективность использования ресурсов, способы выполнения технологических процессов, качество производимой продукции, условия труда работников и уровень их квалификации.

В зависимости от уровня оснащенности производства техникой, ее инновационности в животноводстве можно выделить технологии, основанные на использовании преимущественно ручного труда, частичной и комплексной механизации и автоматизации.

Высшим уровнем технического оснащения объектов животноводства является применение автоматически управляемых систем технических средств, обеспечивающих автоматический контроль режимов выполнения процессов и операций с учетом физиологических требований животных или заданных режимов (графиков) их осуществления. В научных публикациях этот уровень классифицируется различными терминами – «цифровая технология», «умная техника», роботизированная технология.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется созданию и применению инновационной техники с автоматизированными системами контроля и автоматического управления режимами выполнения операций при производстве комбикормов, машинном доении коров, раздаче кормов, чистке помещений, обеспечении параметров микроклимата, сборе, сортировке и упаковке яиц, содержании птицы в клеточных батареях, откорме свиней и др. Для этой цели созданы и успешно применяются системы автоматического отключения аппаратов доения коров в залах с доильными станками в зависимости от интенсивности молоковыведения, системы автоматического



управления установками для уборки навоза из помещений при привязном и боксовом содержании животных, системы автоматического контроля управления режимами переработки навоза, новые автоматические системы управления установками для обеспечения параметров микроклимата, сбора, сортировки и упаковки яиц, охлаждения и хранения молока, облучения животных, дезинфекции помещений [2, 3].

При осуществлении технологических процессов и операций в автоматически регулируемом режиме исключаются неблагоприятные воздействия технических средств на здоровье животных (травмирование молочной железы, копытные и лёгочные заболевания), приводящие к снижению их продуктивности и ухудшению качества продукции, сокращению сроков эффективного использования коров.

Установлено, что из-за несоблюдения технологических регламентов доения в результате недостаточной квалификации дояров снижаются молочная продуктивность коров (до 20%) и сроки их продуктивного использования, увеличиваются издержки производства продукции (на 13-15%) [4].

В то же время в стране отсутствуют система подготовки кадров по эксплуатации техники для механизации и автоматизации животноводства, операторов машинного доения и база ремонта техники, без создания которых практически невозможно осуществить переход к широкому применению инновационной автоматизированной техники и управляемым (цифровым) технологиям выполнения процессов производства продукции.

Снижение эффективности производства продукции животноводства в России обусловлено, в том числе, высокими затратами ресурсов, особенно кормов, энергии, рабочего времени, превышающими показатели стран ЕЭС в 1,5-3,5 раза, главным образом из-за крайне ограниченных масштабов применения инновационной техники и автоматически управляемых ресурсосберегающих технологий выполнения процессов.

Применение автоматических систем позволяет не только оптимизировать выполнение процессов и операций (регулировать состав кормового рациона, устранять потери, нерациональное использование ресурсов), но и оптимизировать режимы рабочего времени операторов, сокращать или устранять полностью необходимость присутствия обслуживающего персонала, исключать неблагоприятные воздействия человеческого фактора на осуществление автоматических технологий в животноводстве.

Развитие технического прогресса в создании техники для механизации и автоматизации выполнения процессов позволило разработать автоматические средства (роботы) для доения коров, раздачи кормов, приготовления кормовых смесей, обеспечения параметров микроклимата, чистки стойл и станков, содержания свиноматок, выполнения процессов при откорме скота и свиней.

Среди отмеченных направлений наиболее совершенной является техника для автоматического доения коров (доильные роботы), позволяющая осуществлять свободное (в соответствии с физиологическими особенностями животных) их посещение (вход в станок), подготовку вымени, надевание доильных аппаратов, выдаивание, отключение аппаратов, выход из станков. Первый робот в мире создан фирмой Lely, а первый его экземпляр начал доить коров в 1992 г. Промышленное производство роботов осуществляют в настоящее время восемь фирм в мире. В Польше в настоящее время около 1% коров выдаивается роботами [5], в России используется более 1000 роботов.

Изучение опыта применения доильных роботов в Польше, Беларуси, России показало, что автоматическое управление операциями доения позволяет в 4-6 раз уменьшить затраты труда по сравнению с доением в залах со станками «елочка» и «параллель».

Применение роботов с автоматизированными системами управления доением с учетом физиологического состояния животных (тщательная подготовка вымени – подмывание, надевание доильных аппаратов на

соски, массаж, отключение-снятие доильных аппаратов после прекращения молоковыведения) позволяет не только повысить качество и соответственно цену реализации молока, но и исключить заболевание коров маститом, увеличить период их продуктивного использования, а также молочную продуктивность до 10-12% за счет большей частоты (кратности) доения (с двух до трёх-четырёх). Применение доильных роботов в России (Татарстан, Ленинградская и Калужская области, Краснодарский край) показало, что использование интеллектуальных систем управления доением исключает влияние человеческого фактора и позволяет осуществлять выполнение операций в строгом соответствии с физиологическим состоянием животных.

Затраты труда на доение коровы при этом составляют 5-7 чел.-ч в год, включая техническое обслуживание. Однако крайне высокие инвестиции на приобретение и монтаж этой инновационной техники, составляющие 12-17 млн руб. (190-215 тыс. руб. на одну голову), при существующем в России низком уровне оплаты труда в животноводстве (менее 30 тыс. руб. в месяц) не позволяют за счет экономии затрат на оплату труда уменьшить издержки на доение при применении этого инновационного вида техники. Издержки на доение при применении роботов сохраняются на более высоком уровне по сравнению с доением в залах со станками «елочка», «параллель» и конвейерно-кольцевого типа, оборудованных отечественными системами автоматизации выполнения подготовительно-заключительных операций доения, что сдерживает масштабы их применения (см. таблицу).

В то же время для небольших ферм крестьянских хозяйств (с поголовьем 80-100 коров) применение доильных роботов может стать одним из эффективных путей перехода к цифровым технологиям в молочном скотоводстве, позволяющим увеличивать масштабы производства без увеличения численности наемных работников.

Это направление развития технологии, механизации и автоматизации

Основные экономические показатели применения автоматизированных доильных установок (на одну корову)

Тип установки	Капитальные вложения, тыс. руб.	Эксплуатационные затраты, тыс. руб. в год	Приведенные затраты, тыс. руб.
Робот однокорковый VMS (De Laval)	214,5	84,1	116,3
Робот двухкорковый AMS Liberty (Prolion)	190,7	73,3	102
УДА-8А «Тандем» (Кургансельмаш)	30,1	23	27,5

машинного доения коров будет способствовать решению социальной проблемы села, стабилизации сельских населенных пунктов, увеличению объемов производства и улучшению качества молока.

Однако без активного участия государства – выделения целевых инвестиций, дополнительного финансирования на проведение научных исследований, конструкторских работ, организации промышленного производства этого нового вида инновационной техники нельзя будет рассчитывать на расширение масштабов ее применения.

В то же время доение коров в доильных залах в станках «параллель», «елочка», оснащенных системами автоматического контроля, разработанными в России (НПП «Фемакс» и др.), при беспривязном содержании животных является важным направлением технического прогресса на основе применения цифровых технологий. Затраты труда на доение коровы при этом составляют 18-22 чел.-ч против 46-49 чел.-ч – при доении в стационарный молокопровод [6]. При доении в доильных залах, оснащенных системами автоматического контроля и управления, обеспечивается механизация и автоматизация выполнения технологических операций по подготовке вымени и заключительных операций – массаж, санитарная обработка.

Большую актуальность и экономическую целесообразность в механизации и автоматизации животноводства имеют такие инновационные направления, как создание и применение роботов для приготовления питательных смесей при выращива-

нии телят, автоматического нормированного кормления животных, чистки станков, оптимизации параметров микроклимата, облучения животных, содержания свиноматок, санитарной уборки помещений, приготовления комбикормов, сбора, сортировки и упаковки яиц, пастбы скота и выполнения других процессов, при осуществлении которых полностью устраняется человеческий фактор и может быть увеличено производство продукции без дополнительного увеличения численности работников.

Так, опыт ведущих свиноводческих предприятий страны показал, что благодаря применению автоматически управляемых цифровых технологий выполнения процессов увеличивается рентабельность производства, среднесуточный прирост на откорме превышает 700-750 г.

Повышение эффективности производства свинины обеспечивается на основе кормления сбалансированными комбикормами, при использовании которых снижаются удельные затраты кормов на получение продукции (до 3,5 ц корм. ед. на 1 ц прироста) и энергии (в 2-3 раза). Приготовление комбикормов при этом целесообразно осуществлять в автоматизированных цехах производительностью от 1,5 до 5-7 т/ч с использованием зерновых и растительных компонентов (травяная мука и др.).

Имеющийся уровень развития средств автоматизации и компьютеризации позволяет создавать оборудование, которое должно обеспечивать не только выдачу корма в автоматическом режиме в соответствии с индивидуальными потребностями

каждого животного, но и обеспечит мониторинг кормления и физиологического состояния животных. Созданные ведущими зарубежными производителями автоматические станции самокормления супоросных свиноматок обеспечивают раздачу корма по «запросу» животного.

Анализ технологий производства продукции животноводства и технических средств для выполнения технологических процессов показывает, что их развитие и совершенствование осуществлялось и осуществляется на основе развития и использования фундаментальных научных результатов в различных сферах – физиологии и кормлении животных, приготовлении кормов; электрификации и автоматизации технологических процессов, организации труда и управлении, оптимизации состава технологических комплексов машин и систем машин для подотраслей животноводства. С учетом развития и использования научных знаний осуществлялось развитие и совершенствование техники для выполнения процессов в животноводстве и в целом технологии производства продукции, а также организационных форм управления.

Техника – рабочие машины, средства автоматизации и управления выполнением процессов и операций являются инженерной основой, базой всякой и, прежде всего, автоматизированной цифровой технологии производства продукции и выполнения процессов. Совершенствование технических средств приводит к совершенствованию технологий производства продукции, способов содержания и кормления, технологий выполнения процессов, результатами которых являются улучшение качественных показателей производимых товаров и уменьшение их стоимости. Применение инновационной и интеллектуальной техники для механизации и автоматизации выполнения процессов в животноводстве оказывает многоаспектное влияние на экономические результаты производства, условия труда, качество продукции и экологию:

- снижение удельных затрат кормов на производство продукции

на основе улучшения их подготовки к скормливанию и устранения потерь;

- повышение производительности труда (сокращение затрат рабочего времени на получение продукции, выполнение технологических процессов обслуживания животных);

- снижение потребления топлива и электрической энергии на выполнение процессов;

- повышение продуктивности животных на основе оптимизации условий содержания, соблюдения технологических требований к кратности кормления, санитарной подготовке вымени, а также автоматического управления выполнением операций при доении, устранения заболевания животных;

- повышение качества и цены реализуемой продукции;

- охрана окружающей среды;

- улучшение условий труда;

- снижение стоимости зданий и сооружений на основе совершенствования объемно-планировочных решений, уменьшения капитальности.

Применение автоматически управляемых цифровых технологий выполнения процессов и производства продукции животноводства вносит принципиальные изменения в методологию обоснования технических средств, принципов их функционирования, параметров и требований к осуществлению процессов. Исходной базой при этом должны быть биологические объекты – животные и птица с их физиологическими особенностями и требованиями к условиям содержания и кормления, обеспечивающими максимальную продуктивность и высокое качество продукции. Роль техники при этом должна быть направлена на обеспечение этих условий и требований с минимальными затратами живого и овеществленного труда в машины, системы автоматизации, здания и сооружения, корма, энергию и ветеринарные препараты.

Осуществление автоматически управляемого контроля за состоянием животных является исходной базой создания техники для цифровых технологий в животноводстве.

Как показали результаты исследований во многих странах, минимизация затрат ресурсов, и прежде всего кормов, на получение продукции, а также максимальная продуктивность животных обеспечиваются при нормированном их кормлении сбалансированными сухими или влажными монокормами, индивидуальном, автоматически регулируемом кормлении свиноматок из кормовых станций.

Автоматически регулируемые параметры микроклимата – температура, влажность, содержание газов, уровень освещенности являются неотъемлемой частью цифровых технологий в животноводстве при производстве всех видов продукции. Обеспечение требуемых параметров микроклимата достигается как благодаря применению различных автоматизированных систем вентиляции, подогрева воздуха, облучения, так и на основе использования установок для санитарной очистки стойл и станков, удаления экскрементов из помещений.

Одной из трудоемких и санитарно непривлекательных операций при привязном содержании коров, а также на свиноводческих фермах является уборка навоза из стойл и станков, на выполнение которой затрачивается до 30% рабочего времени по обслуживанию животных. Поэтому создание инновационной техники для чистки стойл и автоматической эвакуации экскрементов в навозохранилища с минимальными затратами рабочего времени и энергии имеет большую актуальность.

Применяемые для этой цели транспортеры кругового движения требуют повышенных затрат энергии из-за присущего этому типу техники увеличения пути транспортирования экскрементов.

Созданные в последние годы штанговые транспортеры позволяют почти в 2 раза уменьшить путь транспортирования экскрементов и снизить объемы работ.

Серийное освоение производства штанговых транспортеров в сочетании с применением технологий приготовления компостов в процессе эвакуации экскрементов из помещений позволяет также осуществить этот процесс на основе принципов автоматически управляемых технологий.

Одним из условий успешного применения цифровых технологий в животноводстве является подготовка кадров – специалистов и операторов по системам управления и эксплуатации автоматизированных машин и установок, системам содержания и кормления животных, организации труда и управления. Привлечение на объекты неподготовленных кадров приведет к дискредитации этого важнейшего направления технического прогресса в животноводстве, снижению продуктивности животных и росту затрат на продукцию.

Создание специализированных объектов животноводства с высоким уровнем концентрации производства будет способствовать расширению масштабов применения цифровых автоматически управляемых технологий выполнения процессов – доения





коров в доильных залах со станками «елочка», «параллель» и конвейерно-кольцевого типа, уборки навоза из помещений штанговыми транспортерами, подготовки органических удобрений на основе применения автоматизированной технологии приготовления компостной смеси в период уборки экскрементов из помещений или создания биоферментаторов с автоматическим насыщением компостной массы кислородом, переработки молока, убою животных, производства концентрированных кормов и приготовления сбалансированных монокормов, стрижки овец, санитарной обработки помещений, сбора, сортировки и упаковки яиц, обеспечения оптимального микроклимата.

Создание и производство автоматически управляемой техники станет основой применения цифровых технологий для выполнения указанных процессов.

В то же время в современный период сферой применения цифровых технологий в животноводстве могут быть в основном специализированные объекты (фермы, комплексы) оптимальных уровней концентрации в сельхозорганизациях. На объектах крестьянских (фермерских) хозяйств и ЛПХ, отличающихся крайне низким уровнем концентрации, цифровые технологии могут быть осуществлены только при выполнении отдельных процессов (водоснабжение, охлаждение молока). Поэтому для таких типов хозяйств расширение масштабов применения цифровых технологий должно осуществляться посредством создания межхозяйственных мобильных автоматизированных пунктов и цехов по производству комбикормов, стрижке овец, ветеринарному обслуживанию животных, переработке молока, убою животных и переработке мяса, обслуживанию крестьянских (фермерских) хозяйств, ЛПХ.

В России важно не только возродить отечественное сельхозмашиностроение для животноводства, но и создавать автоматизированную технику с учетом перевода производства продукции и выполнения процессов на цифровые технологии.

Одним из важных направлений применения цифровых технологий в животноводстве является применение автоматизированных систем управления и контроля функционирования энергопотребляющих машин и установок.

Удельный вес энергозатрат в структуре себестоимости молока в 2015 г. достиг 30% против 10-15% – в 1999 г., привеса свиней – 32,5% [7]. Отмеченное объясняется не только нерегулируемым ростом тарифов на энергоресурсы, но и отсутствием систем автоматического контроля и управления режимами работы установок, крайне низкими масштабами применения цифровых технологий в животноводстве.

Выводы

1. Снижение эффективности производства продукции животноводства в России вызвано высокими затратами ресурсов (корма, энергия, затраты труда и др.), что обусловлено ограниченными масштабами применения инновационной техники и автоматически управляемых ресурсосберегающих технологий выполнения процессов.

2. Экономически целесообразно при техническом оснащении животноводства в первую очередь развивать такие инновационные направления, как создание и применение роботов для приготовления питательных смесей при выращивании телят, автоматического нормированного кормления животных, чистки станков, оптимизации параметров микроклимата, облучения животных, содержания свиноматок, санитарной уборки помещений, приготовления комбикормов, сбора, сортировки и упаковки яиц, пастбы скота и выполнения других процессов, при осуществлении которых полностью устраняется человеческий фактор и может быть увеличено производство продукции без дополнительного увеличения численности работников.

3. Расширению масштабов применения цифровых технологий в животноводстве будет способствовать создание специализированных объ-

ектов с высоким уровнем концентрации производства.

Список

использованных источников

1. Агропромышленный комплекс России в 2017 году. М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2018. 560 с.
2. Мишуров Н.П. Информационный менеджмент молочного скотоводства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2014. № 4. С. 41-48.
3. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Мишуров Н.П., Тихонравов В.С., Кузьмина Т.Н. Инновационная техника для животноводства (по матер. Междунар. выставки «EuroTier-2012»): науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 208 с.
4. Морозов Н.М., Цой Ю.А., Кирсанов В.Ф., Бокач Н.Г., Передня В.Н. Техническое оснащение «умной фермы» по производству конкурентоспособного молока // Вестник ВНИИМЖ. 2018. № 2. С. 22-26.
5. Винницкий С., Юговар Л., Романюк В., Борек К. Влияние технологического оснащения коровников на эффективность производства и качество молока // Вестник ВНИИМЖ. 2018. № 2. С. 40-44.
6. Морозов Н.М. Инновационная техника и цифровые технологии производства продукции животноводства // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 2. С. 15-23.
7. Стребков Д.С., Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Показатели потребления топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве и энергоёмкости производства, их прогноз на период до 2030 года // Вестник ВНИИМЖ. 2018. № 4. С. 4-12.

Economic Efficiency and Digitalization of Livestock

N.M. Morozov

Summary. *The state of production of livestock products is discussed. It is shown that one of the reasons for the slow pace of the livestock revival is the low availability of high-performance equipment. It is noted that one of the important directions of technical progress in animal husbandry and the main condition for improving the efficiency of production and improving its quality is the expansion of digital technologies. The main directions of digitalization of livestock are described.*

Keywords: *animal husbandry, digital technologies, technical means, machinery and equipment, efficiency, product quality, technical progress.*



Академику Российской академии наук, доктору технических наук, профессору Анатолию Ивановичу Завражнову 6 мая 2019 г. исполняется 80 лет!

Начало трудового пути Анатолия Ивановича пришлось на период освоения целинных земель Оренбуржья. По окончании средней школы он работал слесарем, прицепщиком на сельскохозяйственной технике, комбайнером.

Упорство и целеустремленность Анатолия Ивановича позволили ему за полтора года окончить Оренбургский сельскохозяйственный техникум и поступить на инженерный факультет Оренбургского сельхозинститута. В годы учебы он принимал активное участие в жизни вуза, общественной работе, был старостой курса, заместителем секретаря парткома института, активно занимался научной работой, за период обучения им опубликовано пять статей.

Желание вплотную заняться наукой способствовало поступлению А.И. Завражнова в аспирантуру Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства, где он успешно работал над проблемой форсирования дизельных двигателей, разработал систему определения характеристик масляного слоя в подшипниках двигателей. Результаты его исследований позволили впервые в СССР определить траектории движения коренных и шатунных шеек и параметров масляного слоя в подшипниках при различных скоростных, температурных и нагрузочных режимах работы двигателя.

В период работы в Целиноградском сельскохозяйственном институте (1969-1985 гг.) занялся решением проблем механизации животноводства. Будучи проректором по научной и учебной работе, создал научную школу, внес вклад в развитие теории и методов проектирования машин и технологических линий для при-

готовления и раздачи кормов на животноводческих фермах и комплексах в системе «человек-машина-животное». Для совершенствования практической подготовки специалистов организовал студенческое конструкторское бюро, разработки которого получили широкую известность в народном хозяйстве Казахстана.

В 1985 г. Анатолий Иванович был назначен ректором Плодоовощного института им. И.В. Мичурина, где благодаря его организаторскому таланту и высокому профессионализму была создана необходимая учебно-методическая, научно-исследовательская и материально-техническая база, сформированы новые научные школы. В период его руководства институт (1994 г.) преобразован в академию, а в 1998 г. получил статус государственного университета. Сегодня здесь работают ведущие научные школы по интенсивному садоводству, селекции плодово-ягодных и овощных культур. Научная и учебная деятельность Мичуринского государственного аграрного университета получила международное признание. Анатолий Иванович неоднократно участвовал в научно-производственных конференциях в США, ФРГ, Франции, Голландии, Венгрии, Китае, в ходе которых были заключены лицензионные соглашения и договора с зарубежными фирмами, налажен научный обмен студентами. С его участием разработано и создано более 20 наименований машин, которые получили признание во многих садоводческих хозяйствах России.

Анатолий Иванович является одним из инициаторов и активнейших участников преобразования города Мичуринска в наукоград агропромышленного комплекса России, в структуре которого совместно работают лицей, гимназия, городские школы, аграрные колледжи, Тамбовский институт переподготовки кадров и агробизнеса, два учебно-опытных хозяйства и др.

В настоящее время А.И. Завражнов возглавляет научную школу по механизации производственных процессов в садоводстве и переработке продуктов сельскохозяйственного производства. По данной проблеме открыты докторантура, аспирантура. Он возглавляет диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по 3 инженерным специальностям. Под его руководством защищены 25 кандидатских и 10 докторских диссертаций.

В научном активе ученого более 350 научных трудов, среди которых книги, монографии, 30 учебников и учебных пособий, статьи, 60 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Анатолий Иванович, признанием Вашего научного и педагогического вклада в развитие страны являются звания академика Российской академии наук и заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, лауреата премии Ленинского комсомола, лауреата Золотой медали РАН им. В.П. Горячкина, почетного работника высшего образования России.

За многолетний и добросовестный труд, высокий профессионализм Вы награждены орденами «За заслуги перед Отечеством» IV степени, Знак Почета, почетной медалью «За освоение целинных земель» и др. Земляки-мичуринцы присвоили Вам звание «Почетный гражданин города».

Уважаемый Анатолий Иванович! Коллектив ФГБНУ «Росинформ-агротех» и редакция журнала «Техника и оборудование для села» сердечно поздравляют Вас со знаменательным юбилеем!

Желаем Вам крепкого здоровья, благополучия, долгих лет жизни и неиссякаемой творческой энергии.

Всего доброго Вам и Вашей семье!

От коллектива
ФГБНУ «Росинформ-агротех»
и редакции журнала
«Техника и оборудование для села»
академик РАН
В.Ф. ФЕДОРЕНКО

Как кормозаготовительная техника CLAAS способствует росту обменной энергии в корме и помогает увеличить надой

Среди основных причин относительно низких показателей среднесуточных надоев в России (около 10 кг на корову массой около 500 кг) все еще незначительное распространение практики заготовки высококачественных кормов. В 15 кг сухого вещества корма, потребляемого животным на типичной российской ферме, как правило, содержится 116 МДж обменной энергии (ОЭ), или 7,7 МДж ОЭ на 1 кг корма. При этом непосредственно на удой корове требуется 50 МДж ОЭ из расчета 5 МДж на 1 кг молока. Соответственно, для увеличения надоев до среднеевропейского уровня в 20 кг на корову требуется дополнительно не менее 50 МДж ОЭ, или 3,3 МДж на 1 кг корма.

Являясь одним из мировых лидеров по производству профессиональной высокопроизводительной техники для заготовки кормов, компания CLAAS предлагает своим клиентам комплексные решения, позволяющие последовательно повышать качество заготавливаемого корма на каждом этапе технологической цепочки – от покоса до трамбовки и хранения.

Высокопроизводительная техника, в частности косилки DISCO, позволяют до минимума сократить сроки скашивания, так как переспевание трав приводит к уменьшению пита-



тельной ценности, ухудшению усвояемости и способности к силосованию. Еще одним важным преимуществом косилок DISCO, которое обеспечивается системой копирования рельефа ACTIVE FLOAT, является щадящее отношение к поверхностному слою почвы. Это и другие конструктивные решения обеспечивают чистоту среза, исключают попадание частиц почвы в зеленую массу и позволяют получить дополнительно 1-1,2 МДж ОЭ на каждый килограмм корма.

На следующем ключевом этапе кормозаготовительного процесса – сушке и подвяливания можно добиться получения еще 1,3-1,5 МДж на 1 кг сухого вещества. Это достигается за счет инновационных решений, реализованных в технике для ворошения и сгребания трав в валки. К примеру, концепция MAX SPREAD в ворошителе-вспушивателе VOLTO

благодаря тангенциальному расположению пальцев с отклонением рабочих органов назад на угол 29,3° также способствует чистоте убираемых трав и обеспечивает улучшение распределения потока массы и равномерную просушку.

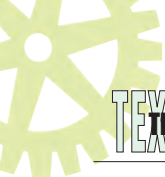
Наконец, значительное влияние на качество корма оказывает процесс измельчения, от которого зависят скорость заполнения хранилищ, качество самого корма, его дальнейшее уплотнение и последующие процессы ферментации. Так, например, использование доизмельчителей (или зернодробилок) на комбайнах JAGUAR позволяет сократить потери ОЭ на 1,2-1,5 МДж на 1 кг сухого вещества.

Таким образом, благодаря использованию всего комплекса кормозаготовительной техники CLAAS можно увеличить содержание ОЭ в суточном рационе коровы на 3,5-4,2 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества, что позволит увеличить надой на 10,5 кг и более молока в день (при употреблении коровой массой 500 кг 15 кг сухого вещества корма она получит дополнительно 3,5-15=52,5 МДж ОЭ).

Высокая эксплуатационная надежность машин CLAAS – еще один важный фактор увеличения рентабельности хозяйства, поскольку качество работы и производительность техники сохраняются на протяжении многих лет ее использования.



На правах рекламы.



Классические тракторы Ростсельмаш модели 320/340 с позиций экономичности и приспособленности к тяжелым условиям работы

Сельхозпроизводители вынуждены работать в режиме жесткой экономии, что обуславливает их внимание к начальной цене и стоимости содержания машин. С другой стороны, эта экономия не должна противоречить требованиям высокой производительности и приспособленности техники к тяжелым условиям эксплуатации. С этой точки зрения тракторы Ростсельмаш серии 1000 классической компоновки представляют собой хороший образец соответствия совокупности подобных требований.

Серия представлена двумя моделями: 320 – номинальной мощностью 305 и максимальной 322 л.с. и 340 – номинальной мощностью 340 и максимальной 370 л.с. Обе машины в базовой комплектации оснащены тяговым брусом (3 класса с пальцем 38 мм – для модели 320 и 4 класса с пальцем 51 мм – для модели 340) с автосцепкой; ВОМ 1000 мин⁻¹ (для модели 320 опционально доступен ВОМ 540/1000 мин⁻¹); трехточечной навеской (Cat 3/3N, 6 804 кг с системой Slip и Draft mode – для модели 320 и Cat 4N/3, 7 829 кг с системой Slip mode – для модели 340), т.е. полностью готовы к работе с любыми типами агрегатов.

■ Факторы экономичности и производительности

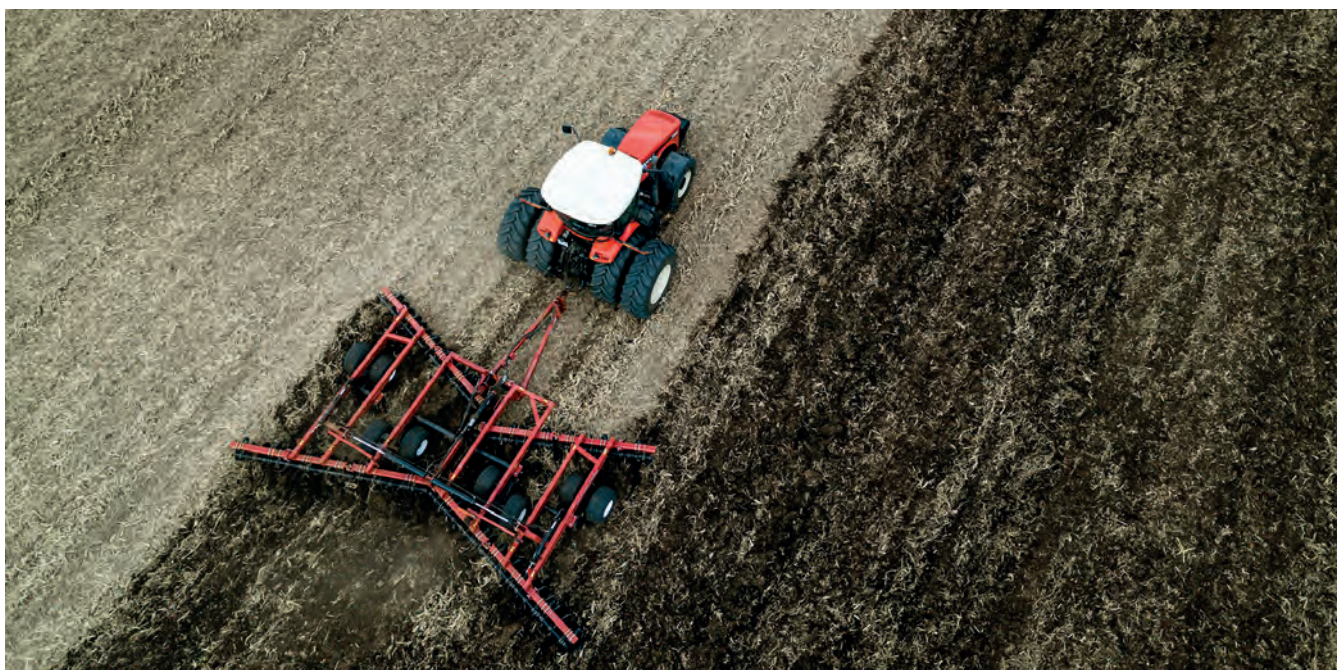
Оптимальная энергонасыщенность, конструктивная и эксплуатационная удельная масса, особенности

компоновочных решений в целом и ходовой части в частности, удачный двигатель и интеллектуальная начинка – все это в совокупности определяет производительность и экономичность тракторов моделей 320/340.

Показатель энергонасыщенности тракторов указанных моделей составляет 15,9 и 16,95 Вт/кг, т.е. входит в оптимальный для колесных тракторов диапазон (11,11–17,5 Вт/кг) при максимально допустимой массе и скорости 12 км/ч. Удельная конструктивная и эксплуатационная масса – 47–48 кг/л.с., что также вписывается в предпочтительные величины. Оба трактора относятся к 1000-й серии с подключаемым передним мостом (с блокируемым дифференциалом).

На тракторы установлены двигатели новых моделей QSC 8.3 и QSL 9.0 марки Cummins, разработанные в сотрудничестве с канадскими инженерами. Эти моторы с системой Common-Rail обладают всеми преимуществами аналогичных агрегатов (малощумность, экономичность, сниженный уровень вибрации), но отличаются более быстрой реакцией дросселя. За счет особенностей конструкции они обеспечивают увеличенный крутящий момент.

Двигатели Cummins QSC 8.3 и QSL 9.0 устойчиво работают в большем диапазоне частоты вращения. Например, максимальный крутящий момент для трактора модели 320 составляет 1383 Н·м, для трактора



модели 340 – 1627 Н·м при частоте вращения 1 500 мин⁻¹. Реальный рабочий диапазон для трактора модели 320 – 1500-1800 мин⁻¹, для 340 – 1500-2100 мин⁻¹. Это обеспечивает прекрасные тяговые характеристики тракторов даже в зоне низких оборотов двигателя и сохраняет возможность высвобождения дополнительной мощности в сложных условиях работы.

Вклад в производительность и экономичность тракторов моделей 320/340 вносит трансмиссия с программируемой АКПП Full Powershift 16x9. Так, при возрастании нагрузки она автоматически переходит на пониженную передачу с сохранением оборотов двигателя, а простые алгоритмы программирования позволяют снизить утомляемость оператора.

Традиционно для производителя мосты трактора сконструированы специально для работы со спаренной резиной. В базовой комплектации машины поставляются со спаркой на задней оси (710 мм) и одинарными – на передней (600 мм). Опционально можно установить спаренные передние и задние (320, 380, 480, 520 мм) колеса. Благодаря увеличенному пятну контакта, оптимальной массе и развесовке достигнуты улучшенное сцепление с грунтом, проходимость и низкий коэффициент пробуксовки.

■ Практические показатели как подтверждение эффективности

Весной 2018 г. трактор Ростсельмаш модели 340 на одной заправке (общая вместимость бака составляет 644 л) при агрегатировании с посевным комплексом шириной захвата 10,7 м и сухой массой 12 т обработал 58,5 га. Немаловажно, что работы выполнялись на поле сложной конфигурации и без использования интеллектуальных помощников. При средней скорости 10,2 км/ч

время работы составило 7 ч, средний расход топлива – менее 5 л/га.

Важно, что нагрузка на двигатель во время выполнения операции не превышала 72 % при частоте вращения коленвала 1 700 мин⁻¹, что подтверждает способность машины высвобождать при необходимости дополнительную мощность и/или возможность агрегатирования с более тяжелыми (широкозахватными) орудиями. В базовой комплектации тракторы 320/340 поставляются с гидросистемой производительностью 208 л/с (4 пары гидрораспределителей), однако для работы с более требовательными агрегатами можно заказать трактор с системой HydraFlow Plus производительностью 284 л/мин (до 6 пар гидрораспределителей).

И еще несколько практически подтвержденных показателей для оценки эффективности тракторов 320/340: при работе с глубокорыхлителем шириной захвата 5,8 м на глубину 35-40 см модель 340 расходует 17-17,7 л/га, с дисковой тандемной бороной шириной захвата 9,7 м при почвообработке на глубину 9-10 см – 4,8 л/га, модель 320 – 5,1 л/га при скорости движения 14 км/ч. С культиватором шириной захвата 14 м при глубине обработки 8 см расход топлива модели 320 составлял 3-4 л/га.

Тракторы 320/340 оснащены самой просторной в данном классе кабиной, полностью соответствующей требованиям эргономики и безопасности, подготовлены к установке систем автоматического вождения (Autosteer Ready) любого известного производителя.

Изложенное позволяет сделать вывод: классические тракторы 320/340 с подключаемым передним приводом отвечают современным требованиям эффективности и предлагают сочетание высокой производительности, экономичности и комфорта.

Современные разработки Новокубанского филиала для оценки потребительских свойств

В постановлении Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования» утверждены Положение об организации работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования и перечень критериев их определения.

При определении эффективности используются данные, полученные по результатам испытаний сельскохозяйственной техники и оборудования, проводимых находящимися в ведении Министерства сельского хозяйства Российской Федерации федеральными государственными бюджетными учреждениями, осуществляющими данный вид деятельности.

С целью оперативности и достоверности получаемых результатов необходимо обеспечить данные организации современными измерительными информационными системами.

В связи с изложенным в Новокубанском филиале ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) разрабатываются новые средства измерений и испытательное оборудование для оценки функциональных характеристик при исследовании сельскохозяйственной техники, а также программное обеспечение для обработки результатов измерений в соответствии со стандартами на методы испытаний.

По состоянию на 2019 г. разработаны следующие перспективные измерительные технические средства: универсальный хронометр ИП-287, измерительная информационная система ИП-264 и инерциальный датчик угла поворота ведущего колеса ИП-291.

Прибор ИП-287 (рис.1, табл. 1) предназначен для проведения эксплуатационно-технологической оценки и регистрирует во встроенной

энергонезависимой памяти следующие параметры:

- ✓ дата и место испытаний;
- ✓ вид работы;
- ✓ состав, наименование и марка испытываемой машины, МТА;
- ✓ условия испытаний (фон);
- ✓ режим работы машины, МТА;
- ✓ численность обслуживающего персонала;
- ✓ размер убранный (обработанный) участка;
- ✓ продолжительность элементов времени смены.

Данный прибор обеспечивает:

- установку и отображение текущих времени и даты;
- отображение в строке состояния подключенных устройств;
- отображение состояния заряда аккумуляторной батареи;
- отображение элементов времени смены;
- отображение вида выполняемой операции;

- отображение длительности выполняемой операции;
- общее время смены;
- передачу сохраненных данных на персональный компьютер по кабелю через порт USB;
- определение длины гона и площади убранный (обработанный) участка с помощью встроенного модуля спутниковой навигации GPS, ГЛОНАСС.

Измерительная информационная система ИП-264 (рис. 2, табл. 2) предназначена для научно-исследовательских и испытательских целей, а также энергетической, эксплуатационно-технологической оценок машин и тяговых испытаний тракторов. Обеспечивает прием дискретных и аналоговых сигналов от первичных преобразователей любого типа.

Система является аналогичной по возможностям и сфере применения ИИС ИП-238М. Отличительной особенностью данной системы является

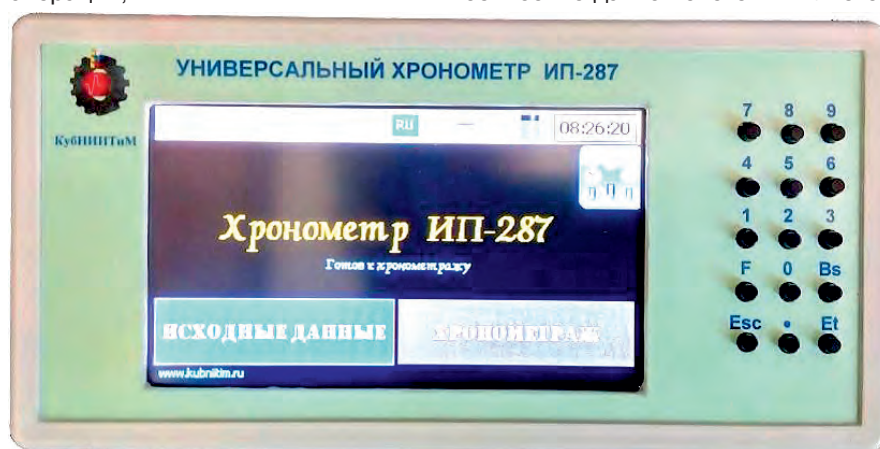


Рис. 1. Общий вид универсального хронометра ИП-287

Таблица 1. Краткая техническая характеристика ИП-287

Напряжение питания, В	5
Потребляемая мощность, Вт	2
Емкость встроенного Li-Ion аккумулятора, мА/ч	Не менее 2500
Диапазон рабочих температур, °C	От 0 до +50
Емкость энергонезависимой памяти flash, Мбайт	1
SD-карта, Гбайт	Не более 2
Габаритные размеры, мм	170×84×34
Масса, кг	0,4



ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) сельскохозяйственной техники



Рис. 2. Общий вид измерительной информационной системы ИП-264

разделение электронного блока обработки сигналов первичных преобразователей и обрабатывающего компьютера, что делает систему компактной и гибкой. Связь между электронным блоком и компьютером может осуществляться через кабель последовательного интерфейса (ИП-264) или беспроводным способом по радиоканалу 433 МГц (ИП-264БС). В полный комплект системы входит ноутбук с программным обеспечением.

Количество измерительных каналов согласуется с заказчиком.

Инерциальный датчик угла поворота ведущего колеса ИП-291 (рис. 3, табл. 3) предназначен для определения угла поворота ведущего колеса агрегата с целью определения буксования ведущих колёс тракторов сельскохозяйственного назначения при проведении различных видов испытаний.

Принцип действия датчика основан на использовании инновационных интегральных микросхем, использующих инерцию для определения положения объекта в пространстве по девяти осям. В отличие от предыдущей модели датчика (ИП-268) в новой разработке отсутствуют вращаю-



Рис. 3. Общий вид инерциального датчика угла поворота ведущего колеса ИП-291

щиеся детали, нет необходимости создавать сложные крепления, обеспечивающие отсутствие вращения корпуса датчика, а передача данных осуществляется по радиоканалу на частоте 433 МГц. Питание – от встроенного Li-Ion аккумулятора, обеспечивающего непрерывную работу не менее 15 ч. Подключается датчик ИП-291 к системе ИП-264 со встроенным беспроводным модулем ИП-294 или непосредственно к компьютеру или ноутбуку через модуль радиосвязи ИП-295.

Таблица 2. Краткая техническая характеристика ИП-264

Число каналов для тензодатчиков	2
Питание тензомоста, В	3,3; 5; 10
Входное сопротивление, МОм	20
Разрядность АЦП, бит	24
Частота выборки, выб/с	10
Число температурных каналов	6
Число дискретных каналов	8
Напряжение питания, В	10-30
Потребляемая мощность, Вт	20
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до 50
Габаритные размеры, мм	200×280×80
Масса, кг	2

Таблица 3. Краткая техническая характеристика ИП-291

Напряжение питания, В	5
Потребляемая мощность, Вт	2
Ёмкость аккумулятора, мА/ч	2500
Точность определения угла поворота	1°
Дискретность определения угла поворота	От 5° до 10°
Тип интерфейса связи	Радиоканал на частоте 433 МГц

Разработка новых инновационных средств для хронометражных наблюдений и дистанционных методов оценки функциональных характеристик позволит специалистам, проводящим испытания сельскохозяйственной техники, сократить время на их подготовку и проведение. Разработанные инновационные средства измерений могут применяться для совершенствования системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса страны.

Д.А. ПЕТУХОВ,

канд. техн. наук, зав. отделом
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТиМ),
director@kubniitim.ru
www.kubniitim.ru

УДК 631.372:621.436

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-14-19

Исследование режимов работы дизельных двигателей тракторов в реальных условиях эксплуатации

Ю.А. Шекихачев,

д-р техн. наук, проф., декан,
shek-fmer@mail.ru

В.И. Батыров,

канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой,
batyrov.53@mail.ru

Р.А. Балкаров,

д-р техн. наук, проф.,
rus.balkarov.52@mail.ru

Л.З. Шекихачева,

канд. с.-х. наук, доц.,
sh-ludmila-z@mail.ru

Х.Л. Губжоков,

канд. техн. наук, доц.,
gubzh69@mail.ru
(ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ»)

Аннотация. Рассмотрены причины низкой эффективности использования мощности двигателя при выполнении тракторами различных сельскохозяйственных работ. Приведены результаты исследования влияния режимов работы на основные параметры дизельного двигателя.

Ключевые слова: трактор, агрегат, двигатель, режим работы, нагрузка, эффективность.

Постановка проблемы

Эксплуатация сельскохозяйственных тракторов характеризуется разнообразными режимами работы их агрегатов и систем, зависящими от большого числа факторов различной значимости. Последние определяются зоной эксплуатации агрегатов, периодом года, видом работ, физическими свойствами почвы, принятой технологией производства, а также характеристиками агрегата и его энергетической установки. В общем случае эксплуатационные показатели, производительность, топливная экономичность и надежность тракторов зависят от природных, производственных и конструктивно-технологических факторов [1-3]. Сельскохозяйственные тракторы выполняют широкий круг работ: полевые, транспортные, стационарные и ряд других. Каждая из них отличается нагрузкой двигателя, длительностью его функционирования и долей использования трактора на данной работе. С точки зрения нагрузки двигателя все

работы могут быть сведены к следующим видам: работы при рабочем ходе машинно-тракторного агрегата (МТА) (основной вид, характеризующийся высокой степенью нагрузки двигателя); работа при холостом ходе агрегата; холостой ход двигателя во время остановок и стоянок.

Вследствие значительных колебаний тягового сопротивления (при неустановившемся характере нагрузки) оптимальное значение степени загрузки тракторного двигателя не может быть равно 1. При нормировании механизированных полевых работ и выполнении расчетов степень загрузки гусеничного трактора выбирается в пределах 90-94%. Наибольшая достижимая сменная нагрузка двигателей гусеничных тракторов принимается равной 0,78 (оптимальная – 0,92).

Основными причинами недоиспользования мощности двигателя являются: нерациональное составление МТА и использование их на низких скоростях, недостаточная квалификация механизаторов, отсутствие контрольных приборов и др.

Наряду с большим разнообразием работ, выполняемых сельскохозяйственными тракторами, и связанными с этим высокой степенью неравномерности и сезонностью загрузки следует отметить значительные колебания в режимах эксплуатации двигателей, вызванные нестабильностью рабочих процессов и операций (частые пуски и длительные остановки двигателя, разгон, торможение, кратковременные перегрузки).

Цель исследований – установление влияния режимов эксплуатации на эффективность работы дизельного двигателя сельскохозяйственных тракторов.

Материалы и методы исследования

Исследование количественных показателей рабочего процесса дизеля выполнено для трех вариантов начальной нагрузки. В исходном режиме устанавливалась начальная нагрузка, соответствующая среднему эффективному давлению $P_e = 0,35 P_{en}$, $P_e = 0,48 P_{en}$ и $P_e = 0,6 P_{en}$. Затем дизель разгонялся при неизменном положении органов управления тормозной установки поворотом рычага управления регулятором. При $n = 840-860 \text{ мин}^{-1}$ рейку топливного насоса устанавливали в положение полной подачи топлива и регистрировали показания приборов.

Тепловая динамическая напряженность работы двигателей в эксплуатационных условиях исследовалась применительно к выполнению трактором ДТ-75М двух основных операций – вспашки и транспортных работ. При этом определялись следующие показатели: сила тяги на крюке; расход топлива; частота вращения коленчатого вала двигателя; температура головки блока между седлами клапанов и гильзы цилиндра на уровне верхнего рабочего пояса; температура охлаждающей воды и давление масла в магистрали. Вспашка проводилась на поле с почвой типа суглинка (удельное сопротивление 0,056 МПа); длина гона (300 м) соответствовала периоду стабилизации значений температуры деталей. На транспортных операциях трактор ДТ-75М работал с полностью загруженным прицепом при движении по грунтовой дороге и по полю.

Средняя степень загрузки двигателя по мощности по всей номенклатуре выполняемых работ определялась по формуле

$$EN_{\text{ср}} = \left(\sum_{i=1}^n A_i EN_{ei} \right) / \sum_{i=1}^n A_i,$$

где A_i – продолжительность работы i -го вида;

EN_{ei} – нагрузка двигателя по мощности при выполнении работ i -го вида.

Результаты исследований и обсуждение

На основании статистических данных по фактическому удельному весу работ в течение года 25-27 % общего баланса времени приходится на долю транспортных работ. Среднесуточная загрузка двигателя на транспортных работах $EN_{\text{ср}}=0,6$. Полевые работы в общем комплексе составляют 63% (в том числе вспашка – 37%, дискование – 8, культивация – 5, посев – 5%), прочие работы (стационарные, земляные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 11%. Наибольшая загрузка двигателя трактора (77,3%) установлена в сентябре, наименьшая (66,5%) – в январе. Средняя степень загрузки по всей номенклатуре выполненных за год работ для гусеничных тракторов класса 30 составляет 74,8%. Колесные тракторы классов 14 и 9 имеют среднюю загрузку двигателя в год 69 и 59% соответственно.

Режимы работы тракторов и двигателей делят на установившиеся, при которых их основные показатели с течением времени не меняются, и неустановившиеся, при которых основные показатели претерпевают изменения во времени (все одновременно или хотя бы один из них).

При установившемся режиме работы двигателя имеет место статистическое равновесие между крутящим моментом M_k и моментом сопротивления M_c :

$$M_k - M_c = 0.$$

В связи с неидентичностью последовательных циклов, что свойственно многооборотным двигателям, и наблюдаемой обычно нестабильностью частоты вращения принимаются во внимание усредненные по времени значения параметров. Последовательная совокупность

показателей на установившихся режимах является статической характеристикой двигателя.

Тракторные агрегаты в условиях сельскохозяйственного производства большую часть времени (до 90%) работают на установившихся режимах. При этом общее уравнение тягового баланса агрегата имеет вид:

$$M_k \frac{i_{mp} \eta_{mp}}{r_k} = J_{\partial} \frac{i_{mp} \eta_{mp}}{r_k} \cdot \frac{d\omega_{\partial}}{dt} + J_k \frac{z_k}{r_k} \cdot \frac{d\omega_k}{dt} + m \frac{dv}{dt} + kFv^2 + mg\psi,$$

где r_k – радиус колеса;

i_{mp} – общее передаточное число трансмиссии;

η_{mp} – механический КПД трансмиссии;

J_{∂} – приведенный к валу двигателя момент инерции всех его движущихся масс;

ω_{∂} , ω_k – угловые скорости вала двигателя и колеса;

J_k – момент инерции колеса;

z_k – число колес;

m – масса машины;

v – скорость машины;

F – фактор обтекаемости (учитывается только для высокоскоростных тракторов);

g – ускорение свободного падения;

ψ – приведенный коэффициент сопротивления движению.

Анализ данного уравнения показывает, что установившийся режим может иметь место только при равномерном движении и постоянных значениях внешних сопротивлений, чему способствуют стабильность угловых скоростей ω_{∂} и ω_k , неизменность приведенного коэффициента сопротивления ψ и параметра kFv^2 . Эти условия при эксплуатации сельскохозяйственных тракторов практически не выполняются из-за нестабильности многих факторов и, в первую очередь, момента сопротивления при работе МТА. Колебания нагрузки являются следствием неоднородности физических свойств почвы (плотность, влажность, густота растительного покрова и др.), а также различного микрорельефа поверхности поля, по которому движется МТА. Поэтому тяговое сопротивление рабочей части агрегата (сопротивление движению трактора, возникающее в связи с деформацией почвы, вызванной воздействием ходовой части машины) и сопротивление воздушной среды непрерывно изменяются.

Колебания момента сопротивления характеризуются периодом изменения T и степенью его неравномерности:

$$\delta_k = (M_{c.\text{max}} - M_{c.\text{min}}) / M_{c.\text{ср}}.$$

Для оценки момента сопротивления в таких случаях используют коэффициент возможной перегрузки двигателя:

$$v_k = M_{c.\text{ср.}\text{max}} / M_{c.\text{ср.}\text{длит}},$$

где $M_{c.\text{ср.}\text{max}}$ – среднее значение временно возросшего момента сопротивления двигателя;

$M_{c.\text{ср.}\text{длит}}$ – среднее длительное наблюдаемое значение момента сопротивления двигателя.

Значения тягового сопротивления рабочей части агрегата с различными сельскохозяйственными орудиями носит случайный характер, распределяется по нормальному закону и колеблется в широких пределах [4]. Так, частотный спектр колебаний тягового сопротивления плуга занимает диапазон 0-10 Гц с выраженными максимумами дисперсии на частотах 0-0,75 и 2,5-4 Гц. В зоне частот 0,75-2,5 Гц дисперсии примерно постоянны, а при частотах свыше 4 Гц – уменьшаются.

Степень неравномерности нагрузки тракторных агрегатов колеблется от 0,12 до 0,35. При этом в зависимости от скорости движения агрегата нагрузка изменяется как по амплитуде, так и по частоте. По мере возрастания скорости движения агрегата период колебаний и степень неравномерности тягового сопротивления при увеличении частоты колебаний уменьшаются.

В практике эксплуатации тракторных двигателей встречаются случаи весьма длительных возражений нагрузок, которые при вспашке, бороновании и комбайновой уборке достигают 11-37 с.

Протекание рабочего процесса автотракторных двигателей в неустойчивых режимах отличается рядом существенных особенностей. Инерционные явления при этом сказываются не только на выходных показателях двигателя, но и на показателях рабочего цикла. В неустойчивых режимах, кроме того, изменяются процессы наполнения, топливоподачи, имеет отличия характер тепловыделения и теплопередачи, возрастают динамические показатели цикла, ухудшается работа смазочной системы.

Основным признаком работы двигателей на неустойчивых режимах является нарушение статического равновесия:

$$M_k - M_c = \pm J_{\partial} \frac{d\omega}{dt},$$

где J_{∂} – приведенный момент инерции двигателя и связанных с ним агрегатов.

Нарушение указанного равновесия приводит к изменению угловой скорости вала двигателя и связанных с ним агрегатов. Неустойчивые режимы характеризуются изменениями значений параметров от цикла к циклу в период перехода от одного установившегося режима к другому.

Из всего многообразия переходных процессов наиболее характерными являются те, которые вызывают изменения цикловой подачи топлива и момента сопротивления. Переходные процессы, вызванные изменением цикловой подачи топлива (перемещение дозирующего органа топливного насоса), описываются следующим образом. Основным определяющим параметром в данном случае является относительное изменение подачи топлива:

$$\delta_m = \frac{q_u(t_2) - q_u(t_1)}{q_u(t_1)}.$$

Дополнительными определяющими параметрами являются период изменения подачи топлива T и характер изменения момента сопротивления от частоты вращения коленчатого вала $M_c = f(n)$.

Основным воздействующим параметром при переходных процессах, вызванных изменением момента сопротивления, является относительное изменение момента сопротивления:

$$\delta_m = \frac{M_c(t_2) - M_c(t_1)}{M_c(t_1)}.$$

Дополнительными воздействующими параметрами являются период изменения моментов сопротивления T и характер изменения цикловой подачи топлива $q_u = f(n, T)$.

Из этих процессов можно выделить две основные группы, определяемые: постоянством q_u в определенной точке скоростной характеристики топливной аппаратуры; ростом M_c (торможение за счет увеличения M_c); уменьшением M_c (разгон за счет снижения M_c); изменением n в зоне неравномерности регулятора (подача топлива изменяется под воздействием регулятора частоты вращения).

Работа двигателя по регуляторной ветви может сопровождаться: возрастанием M_c с одновременным увеличением q_u – наброс нагрузки или снижением M_c с одновременным уменьшением q_u – сброс нагрузки.

В режимах разгона двигателя за счет увеличения цикловой подачи топлива q_u различают две фазы переходного процесса.

Первая фаза отличается резкими и значительными изменениями параметров рабочего процесса, что обусловлено нарушением топливоподачи в первых циклах после резкого перемещения дозирующего органа топливного насоса, интенсивным изменением частоты вращения коленчатого вала, нарушением процесса наполнения, что особенно характерно для двигателей с газотурбинным наддувом. В зависимости от типа двигателя и системы воздухообеспечения первая фаза может длиться от нескольких до 20-30 с.

Вторая фаза, продолжительность которой составляет от 3-5 до 25-30 мин, определяется временем, необходимым для прогрева двигателя. Для этой фазы характерно монотонное изменение параметров в относительно малых пределах с достижением в конце ее значений, свойственных новому установившемуся режиму.

Исследования показали, что наибольшее возрастание показателей, существенно влияющих на износ, в процессе разгона наблюдается при $n = 1500-1700 \text{ мин}^{-1}$. В исходном режиме ($P_e = 0,35P_{en}$) относительное увеличение максимального давления цикла достигает 20%, а скорость нарастания давления – 85%.

При набросе нагрузки продолжительность выхода двигателя на конечный скоростной режим (считая с момента начала включения муфты) при различных видах работ зависит от темпа включения муфты сцепления. Последний (субъективный фактор) и коэффициент загрузки двигателя существенно влияют на продолжительность выхода двигателя на конечный скоростной режим.



Рассмотренное выше относится к разгону агрегата при неподвижном рычаге управления регулятором и максимальной начальной частоте вращения двигателя. При этом происходит так называемый неуправляемый разгон. Однако широко распространена такая разновидность, перед началом которой муфта включена, а рычаг регулятора устанавливается таким образом, чтобы двигатель работал на малой частоте вращения. Такой разгон отличается тем, что одновременно с перемещением педали сцепления в направлении включения муфты рычаг управления регулятором поворачивается в сторону увеличения подачи топлива. При этом в период буксования муфты частота вращения вала двигателя постепенно возрастает, а по окончании его на некоторых операциях она несколько снижается. После этого начинается ее дальнейшее увеличение. Продолжительность разгона составляет 1,5-12 с.

Основной причиной ухудшения показателей двигателей на режимах разгона является нарушение оптимального соотношения расхода топлива и воздуха, приводящее к снижению индикаторных и эффективных показателей.

При пуске характер изменения параметров рабочего процесса зависит от множества факторов, связанных с особенностью конструкции двигателя, системы пуска, с начальной температурой стенок камеры сгорания и др. Ему соответствуют весьма резкие и значительные изменения параметров рабочего процесса.

Следует отметить, что в условиях неуставившихся режимов показатели рабочего цикла и основные параметры двигателя (мощность и топливная экономичность) в значительной мере отличаются от соответствующих значений в установившихся режимах при проведении тормозных испытаний по типовой методике. Работа систем (топливоподающей, воздухообеспечения, охлаждающей, смазочной и др.) на неуставившихся режимах по сравнению с установившимися приводит к снижению мощности и ухудшению топливной экономичности, а также к увеличению неравномерности работы и износу цилиндров, повышению дымности и токсичности отработавших газов [5-7].

Работа двигателей тракторов на неуставившихся режимах сопровождается рядом специфических особенностей, проявляющихся в своеобразии закономерностей изменения энергетических и других параметров. Результаты экспериментальных исследований показали, что в неуставившихся режимах неравномерность среднего индикаторного давления по цилиндрам двигателя может достигать 30%, тогда как в соответствующих установившихся режимах она составляет 10%.

В реальных условиях эксплуатации перегрузка отдельных цилиндров приводит к снижению топливной экономичности на 19-15%, увеличению дымности отработавших газов дизеля и вызывает высокие термические нагрузки.

Для двигателей со свободным пуском уменьшение воздушного заряда цилиндров в неуставившихся режимах составляет 8-12% по сравнению с установившимися.

При этом характерно возрастание в 1,5-2 раза неравномерности распределения воздуха по цилиндрам.

В двигателях с газотурбинным наддувом воздухообеспечение при разгоне существенно отстает. Одновременно изменяются волновые процессы во впускном и выпускном трубопроводах. В итоге при неуставившемся режиме снижается эффективная мощность дизеля, возрастает удельный расход топлива. При этом увеличение степени неравномерности вызывает более интенсивное снижение мощности.

В неуставившихся режимах двигателя изменяются дозировка и фазы топливоотдачи: в некоторых из них уменьшение цикловой подачи топлива составляет 20-40%. На показатели работы дизеля в неуставившихся режимах существенно влияет быстрое действие регулятора, увеличение которого улучшает динамику двигателя.

Тепловой режим деталей двигателя в неуставившихся режимах отличается нестабильностью. Последнее и является причиной циклических изменений термических напряжений: температурные градиенты для клапанов и поршней в режимах разгона и замедления достигают 5,5-6°C.

Результаты лабораторных исследований двигателя 4С11/12,5 (Д-50) показали, что при имитации неуставившегося режима путем приложения нагрузки, меняющейся по синусоидальному закону с периодом 2 с (неравномерность нагрузки при частоте вращения коленчатого вала 1000-1600 мин⁻¹ составляла 0,3), угловое ускорение коленчатого вала увеличивается до 150 рад/с². Одновременно максимальное давление рабочего цикла возрастает на 16%, а скорость нарастания давления – на 35%.

Механизмы и детали двигателя, работающего на неуставившихся нагрузках, находятся в более неблагоприятных условиях (с точки зрения износа) по сравнению с теми, которые функционируют в установившихся режимах. Возрастание динамических показателей цикла, несоответствие характера работы смазочной системы требованиям заданного режима приводят к снижению



износостойкости деталей цилиндрико-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма.

Установлено, что изменение динамических показателей рабочего цикла, увеличивающих давление на трущиеся поверхности, зависит от характера колебания значений ускорения коленчатого вала двигателя. Превышение максимальных значений давления за цикл и средней скорости его нарастания в неустановившихся режимах (по сравнению с установившимися) является следствием нарушения нормальных условий сгорания, прежде всего, из-за ухудшения процессов наполнения, топливopодачи и смесеобразования. При неустановившихся режимах минимальное значение производительности масляного насоса по фазе совпадает с наибольшим значением максимального давления сгорания. В неустановившихся режимах работы двигателя коэффициент очистки масла по сравнению с сопоставимым установившимся режимом снижается тем сильнее, чем выше их динамика.

При трогании трактора с заглyблением плуга повышаются температура отработавших газов и показатели тепловой напряженности деталей. Резко возрастает максимальное давление сгорания, которое у двигателя 4Ч13/14 (А-41) в течение нескольких секунд увеличивается на 3,5 МПа. Одновременно происходит значительное изменение частоты вращения коленчатого вала. Результаты исследования показали, что при вспашке стерни в процессе заглyбления плуга нагрузка на крюке увеличивалась на 30 кН, при этом частота вращения коленчатого вала двигателя снижалась до 1580 мин⁻¹.

Во время экспериментальных исследований сила тяги на крюке изменялась в пределах 14-37,75 кН (среднее значение – 21,4 кН), а частота вращения коленчатого вала двигателя – 1500-1750 мин⁻¹ (среднее значение – 1600 мин⁻¹). С момента заглyбления плуга температура деталей повышалась. Наибольшая скорость ее изменения наблюдалась в течение первых 15-20 с (при заглyблении плуга и переходе к вспашке). В начале первого гона скорость изменения температуры головки блока достигала 3,6°С/с, в верхнем поясе гильзы – 0,7°С/с. По истечении 2 мин происходила стабилизация температуры деталей. Скорость этого изменения была значительно ниже соответствующего показателя изменения параметров одновременно протекающих нагрузочных и скоростных режимов. Нестабильность протекающих при этом процессов обуславливала деформацию рабочего цикла, повышение нагрузок вследствие действия инерционных сил, нарушения гидродинамического режима смазывания.

При трогании трактора с прицепом также наблюдалось значительное колебание скорости, сопровождаемое аналогичными изменениями максимального давления сгорания и крутящего момента при возрастающих показателях теплонапряженности. При трогании с места нагрузка на крюке возрастала до 40 кН, частота вращения двигателя уменьшилась с максимального значения

1850 (на холостом ходу) до 1200 мин⁻¹ (режим, соответствующий по характеристике максимальному крутящему моменту).

При установившемся характере движения транспортного агрегата двигатель работает на частичной нагрузке, которая не превосходит 10 кН, а частота вращения коленчатого вала двигателя при этом колеблется в пределах 1800-1850 мин⁻¹. Во время испытаний при транспортных работах максимальная температура головки блока не превышала 185°С, а верхнего пояса гильзы – 70°С. При выполнении трактором ДТ-75М транспортных работ с полностью груженым прицепом 2ПТС-6 при движении по полю нагрузка двигателя 4Ч13/14 (А-41) составляла 80% максимальной мощности $N_{\text{емax}}$.

При переключении передач происходило резкое изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя, крутящего момента и максимального давления сгорания. Время переходного процесса составляло 2-3 с. При этом показатели температурного режима менялись незначительно. Температура головки цилиндра при переключении передач снижалась на 20-25°С с последующим ее повышением при продолжении вспашки.

При использовании увеличителя крутящего момента последний снижался примерно на 25%. В этом случае показатели рабочего процесса и температура деталей изменялись незначительно.

Выводы

1. Установившийся режим может иметь место только при равномерном движении и постоянных значениях внешних сопротивлений.

2. Наибольшее возрастание показателей, существенно влияющих на износ двигателя, в процессе разгона наблюдается при $n = 1500-1700$ мин⁻¹.

3. В неустановившихся режимах неравномерность среднего индикаторного давления по цилиндрам двигателя может достигать 30%, тогда как в соответствующих установившихся режимах она составляет 10%.

4. В неустановившихся режимах двигателя изменяются дозировка и фазы топливоотдачи: в некоторых из них уменьшение цикловой подачи топлива составляет 20-40%.

5. В реальных условиях эксплуатации перегрузка отдельных цилиндров приводит к снижению топливной экономичности на 19-15%, вызывает высокие термические нагрузки и увеличение дымности отработавших газов дизеля.

6. Неустановившиеся режимы работы двигателей, характерные для большинства видов сельскохозяйственных работ, относятся к числу основных факторов, интенсифицирующих тепловую и динамическую напряженность дизелей, ускоряющих изнашивание основных узлов деталей, что в конечном итоге ведет к снижению показателей безотказности и долговечности дизелей в процессе их эксплуатации.

**Список
использованных источников**

1. **Батыров В.И., Губжоков Х.Л., Болотоков А.Л.** Особенности работы дизеля в высокогорных условиях // Сельский механизатор. 2017. № 2. С. 31-32.
2. **Батыров В.И., Балкаров Р.А.** Особенности транспортно-производственных процессов в сельском хозяйстве // Сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», 2016: Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села. С. 378-380.
3. **Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.** Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. Т. 44. № 2. С. 239-243.
4. **Апажев А.К., Аппаев З.Ш.** Пути снижения тягового сопротивления лемешного плуга // Аграрный вестник Урала. 2012. № 3. С. 24-25.
5. **Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов К.Х.** Основные пути повышения стабильности параметров топливоподачи тракторных дизелей // АгроЭкоИнфо. 2018. № 2. С. 55.

6. **Батыров В.И., Кадзиков Р.Б.** Влияние технического состояния форсунки на экологические показатели дизельных двигателей // В сборнике матер. VI Межвузовской науч.-практ. конф. сотрудников и обучающихся аграрных вузов Северо-Кавказского Федерального Округа, посвященной 100-летию со дня рождения профессора З.Х. Шауцукова, 2017: Инновации в агропромышленном комплексе. С. 37-38.

7. **Батыров В.И., Губжоков Х.Л.** Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания в дизелях // Сельский механизатор. 2017. № 6. С. 48.

Investigation of Operating Modes of Tractor Diesel Engines in Real Operating Conditions.

Yu.A. Shekikhachev, V.I. Batyrov, R.A. Balkarov, L.Z. Shekikhacheva, H.L. Hubjokov

Summary. *The reasons for the low efficiency of the use of engine power when tractors perform various agricultural works are discussed. The results of the study of the influence of operating modes on the basic parameters of a diesel engine are presented.*

Keywords: tractor, unit, engine, operating mode, load, efficiency.

ЗАЩИЩЕННЫЙ ГРУНТ РОССИИ



Уважаемые коллеги!

Ассоциация «Теплицы России» приглашает Вас принять участие в XVI специализированной выставке «Защищенный грунт России» – уникальной деловой среде для налаживания контактов и получения информации о ключевых тенденциях развития тепличного овощеводства в Российской Федерации.

<http://rusteplica.ru>

29

30

31

МАЙ

2019

Москва, ВДНХ,
павильон №75,
зал, «В»



Участники Выставки:

- производители конструкций,
- технологическое оборудование и материалы для теплиц,
- сортировка и упаковка овощной продукции,
- семена,
- удобрения и средства защиты растений.



УДК 631.311

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-20-23

Исследование крошения почвы при её предпосадочной подготовке к последующей комбайновой уборке картофеля

П.И. Гаджиев,
д-р техн. наук, проф.,
pgadjiev@yandex.ru

М.С. Шикалов,
аспирант,
m.shikalov@mcx.ru

Г.Г. Рамазанова,
канд. техн. наук, доц.,
gulbike@yandex.ru

А.И. Алексеев,
аспирант,
aleks87mo@rambler.ru
(ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Аннотация. Рассмотрен принцип работы машины для предпосадочной подготовки почвы к последующей комбайновой уборке картофеля, в конструкции которой используется дополнительная система разрушения комков. Приведены результаты исследований, проведенных с использованием метода планирования многофакторного эксперимента, в результате которых получена математическая модель процесса крошения почвы в зависимости от влияющих на данный процесс факторов.

Ключевые слова: картофель, уборка, обработка почвы, комкоразрушающее устройство, математическая модель, фактор, оптимизация.

Постановка проблемы

Картофель – важная продовольственная культура, возделываемая в Российской Федерации. Валовой сбор картофеля в России в 2017 г. составил 29,6 млн т. Несмотря на это, его производство остается пока на среднем уровне.

Производство картофеля – весьма трудоемкий процесс, причем 45-60% затрат труда приходится на уборочные работы. Одной из нерешенных проблем комбайновой уборки является отделение клубней от примесей – почвенных комков и камней. Неразрушенные комки во время уборки, перемещаясь по рабочим органам комбайна совместно с клубнями, наносят последним значительные повреждения.

Проведение уборки картофеля с минимальными затратами ресурсов и обеспечением требуемого качества продукции может быть достигнуто на основе совершен-

ствования технико-технологического оснащения его машинного производства [1].

Цель исследований – разработка с использованием метода планирования многофакторного эксперимента математической модели крошения почвы в зависимости от влияющих на данный процесс факторов.

Материалы и методы исследования

При предпосадочной подготовке почвы должны быть выполнены следующие технологические операции:

- нарезка борозд (расстояние между ними равно колею трактора и кратно ширине захвата посадочных и уборочных машин);
- подкорм пласта почвы между бороздами и подача почвенной массы на элеваторы;
- рыхление и сепарация мелких почвенных комков;
- крошение прочных и крупных комков;
- укладка неразрушенных, соизмеримых с клубнями комков в борозды [2].

Для выполнения указанных операций предложена усовершенствованная машина СУ-1,4М для предпосадочной подготовки почвы [3, 4] (рис. 1).

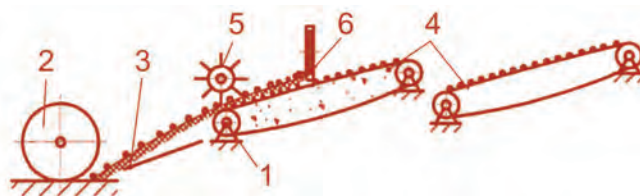


Рис. 1. Схема усовершенствованной машины для подготовки почвы к комбайновой уборке картофеля

Отличие машины для предпосадочной подготовки почвы к комбайновой уборке картофеля [3, 4] состоит в том, что в конструкцию дополнительно введен регулируемый экран, позволяющий более эффективно разрушать комки, которые не разрушились после удара ножом биберного барабана.

Принцип действия машины для предпосадочной подготовки почвы заключается в следующем. При движении машины подкапывающий рабочий орган 3, закрепленный на раме 1, соединенной с опорно-копирующими катками 2, подрезает почвенный пласт и передает его на элеватор 4, где осуществляются сепарация и крошение

почвенных комков комкоразрушающим устройством 5. Для более интенсивного разрушения комков ставится экран 6, при ударе комки разрушаются до меньших размеров. Экран для разрушения комков 6 включает в себя стойку 7, закрепленную на оси 8. Для регулирования угла наклона экрана в вертикальной плоскости в нем имеются отверстия 9 диаметром $d = 25$ мм и наклонные выступы 10 для более эффективного разрушения комков [3,4] (рис. 2).

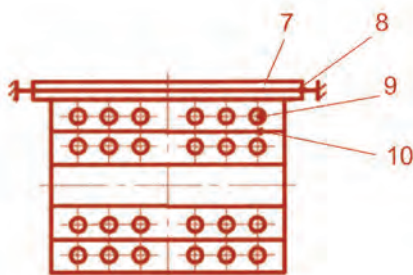


Рис. 2. Конструкция экрана

Для установления влияния на степень крошения почвы конструктивных усовершенствований, внесенных в машину СУ-1,4М, были проведены специальные исследования с использованием метода планирования многофакторного эксперимента. В качестве варьируемых факторов приняты следующие: угловая скорость вращения барабана ω , масса бitera m , расстояние между бiteraми d и расстояние до экрана r .

Уровни и интервалы варьирования факторов, их кодированные обозначения представлены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование уровней	Обозначения	Факторы			
		$\omega (X_1)$, рад/с	$m (X_2)$, кг	$d (X_3)$, м	$r (X_4)$, м
Нижний	-1	25	0,300	0,02	0,20
Центральный	0	35	0,500	0,10	0,35
Верхний	+1	45	0,700	0,18	0,50
Интервал варьирования	ΔX	10	0,200	0,08	0,15

Перевод фактических значений уровней варьирования факторов к кодированным производился по формулам:

$$X_1 = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta \omega}; \quad X_2 = \frac{m - m_0}{\Delta m};$$

$$X_3 = \frac{d - d_0}{\Delta d}; \quad X_4 = \frac{r - r_0}{\Delta r}.$$

При определении коэффициентов регрессии использовали метод наименьших квадратов. Для проверки гипотезы об однородности оценок дисперсий использовали критерий Фишера.

Результаты исследований и обсуждение

После расчета коэффициентов получена математическая модель, отражающая в закодированном виде влияние значимых факторов на величину крошения почвы:

$$K = 96,45 + 0,2X_3 + 0,189X_4 - 0,409X_1X_2 + 0,169X_1X_3 - 0,7X_2X_3 - 0,281X_2X_4 - 0,151X_3X_4 - 0,262X_1^2 - 0,193X_2^2 - 0,362X_4^2, \quad (1)$$

где X_1 – угловая скорость вращения барабана;

X_2 – масса бitera;

X_3 – расстояние между бiteraми;

X_4 – расстояние до экрана.

Анализ полученного уравнения регрессии (1) проводили путем приведения его к каноническому виду.

Для этого нашли его частные производные по X_1 , X_2 , X_3 , X_4 и получили следующую систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial K}{\partial X_1} = -0,409X_2 + 0,169X_3 - 0,324X_1 = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial X_2} = -0,409X_1 - 0,7X_3 - 0,281X_4 - 0,386X_2 = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial X_3} = 0,2 - 0,169X_1 - 0,151X_4 = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial X_4} = 0,189 - 0,281X_2 - 0,151X_3 - 0,724X_4 = 0 \end{cases}.$$

Решение данной системы уравнений дает координаты точки с максимальным значением критерия оптимизации:

$$X_1 = 0,58; X_2 = -0,581; X_3 = -0,29; X_4 = 0,675.$$

Значение критерия оптимизации (степень крошения почвы) в этой точке составляет $K_s = 96,3\%$.

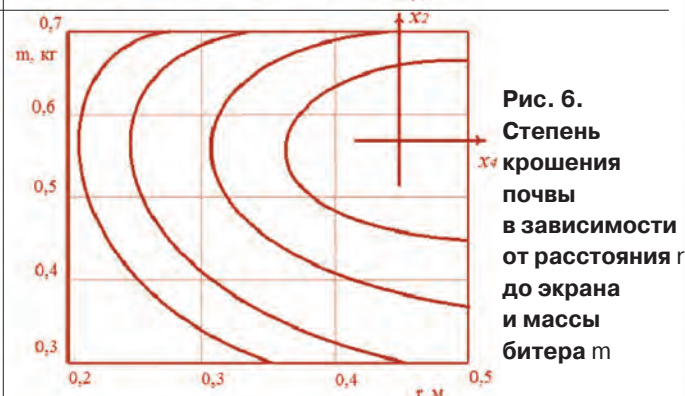
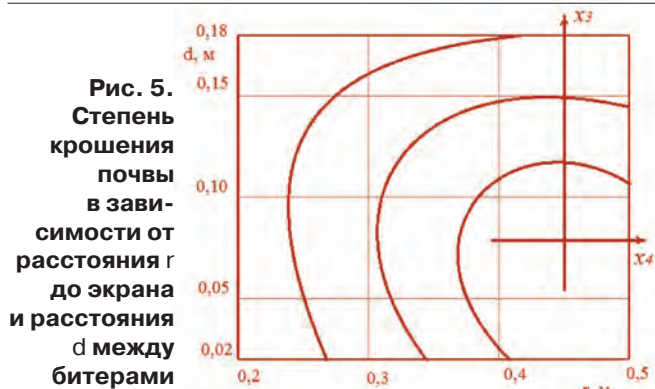
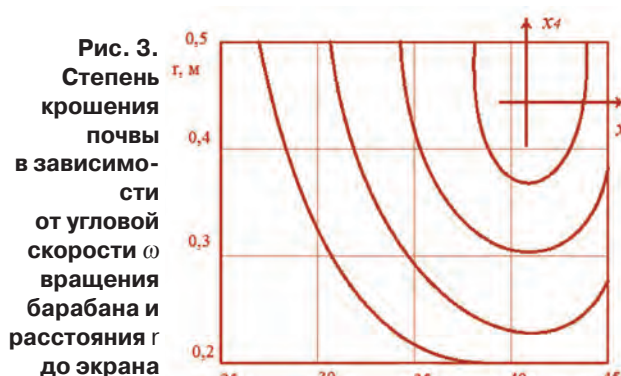
Подробное изучение области оптимума осуществляли методом двумерных сечений.

С этой целью в уравнение регрессии (1) подставляли значения двух факторов, превращая таким образом уравнение регрессии в модель двухфакторного эксперимента.

Изучение поверхности отклика методом двумерных сечений дает наглядное представление о влиянии основных факторов на критерий оптимизации вблизи оптимума.

По полученным двумерным сечениями можно судить об изменении степени крошения почвы в зависимости от угловой скорости вращения барабана (рис. 3), массы бitera (рис. 4), расстояния между бiteraми (рис. 5) и расстояния до экрана (рис. 6).

Метод планирования многофакторного эксперимента позволил установить в достаточно простом и компактном виде математическую модель процесса крошения и определить значения факторов, обеспечивающих оптимальное крошение.



Натуральные значения факторов, соответствующие оптимальной степени крошения почвы $i_{opt} = 96,3\%$:

- 1) угловая скорость вращения барабана $\omega = 40,8$ рад/с;
- 2) масса битера $m_{бит} = 0,586$ кг;
- 3) расстояние между битерами $d = 0,078$ м;
- 4) расстояние до экрана $r = 0,45$ м.

Полученные в ходе экспериментов оптимальные значения исследуемых факторов имеют высокий уровень сходимости с результатами теоретических исследований.

С целью выявления эффективности работы усовершенствованной конструкции машины СУ-1,4М при предпосадочной обработке почвы были проведены сравнительные лабораторно-полевые испытания на тяжелосуглинистой почве в ООО «Белая Дача Фарминг» (Тамбовская область, Тамбовский район, с. Татаново) (рис. 7).

Значительное улучшение предпосадочной обработки почвы машиной усовершенствованного образца положительно отразилось на урожайности картофеля (табл. 2).



Рис. 7. Модернизированный сепаратор-укладчик СУ-1,4М в работе

Таблица 2. Данные лабораторно-полевых испытаний на сравнительных участках

Показатели	Участок без предварительной обработки по обычной технологии	Участок с предпосадочной обработкой по новой технологии
Дата снятия характеристик	28.09.16	
Сорт картофеля	Инноватор	
Номер участка	1	2
Ширина междурядий, см	70	70
Фактический урожай клубней, ц/га	160	190
Размерно-массовая характеристика клубня:		
длина, мм	47	49
ширина, мм	36	40
толщина, мм	28	28
средняя масса клубня, г	72	88
Состав клубней по массе, %:		
15-50 г	16,4	8,9
50-80 г	28,3	27,2
свыше 80 г	55,3	65,3
Полнота выкапывания клубней, %	96,8	99,7
Повреждение клубней, всего по массе, %	8,7	7,2

Выводы

1. С использованием метода планирования многофакторного эксперимента была получена математическая модель, устанавливающая степень влияния значимых факторов на степень крошения при предпосадочной обработке почвы под картофель.

2. Установлено, что максимальное значение степени крошения почвы $i_{opt}=96,3\%$ достигается при следующих значениях факторов: угловая скорость вращения барабана $\omega = 40,8$ рад/с; масса бitera $m_{bit}=0,586$ кг; расстояние между бiteraми $d=0,078$ м; расстояние до экрана $r = 0,45$ м.

3. Результаты лабораторно-полевых исследований усовершенствованного образца машины для предпосадочной подготовки почвы показали более высокую её эффективность по сравнению с известными техническими решениями. Так, урожайность картофеля на опытных полях повысилась на 19%, повреждение клубней в таре при комбайновой уборке уменьшилось на 17%.

Список использованных источников

1. Рамазанова Г.Г. Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. М., 2016. 133 с.

2. Гаджиев П.И. Технология и технические средства для подготовки тяжелых и каменистых почв к посадке и комбайновой уборке картофеля: монография. М., 2002. 160 с.

3. Машина для подготовки поля под посадку и комбайновую уборку картофеля: пат. № 87860 Рос. Федерация: А 01 В 49/02 / Гаджиев П.И., Можаяев Е.Е., Новиков В.Г., Васильева И.В., Гончаров В.В., Коваль К.Л.; заявитель и патентообладатель Российский государственный аграрный заочный университет. № 2009115311/22; опубл. 27.10.2009. Бюл. № 30. 6 с.

4. Машина для предпосадочной подготовки почвы: пат. № 2569586 Рос. Федерация / Гаджиев П.И., Воробьев Е.И., Махмутов М.М., Славкин В.И., Махмутов М.М., Рамазанова Г.Г.; заявитель и патентообладатель Российский государственный аграрный заочный университет. № 2013149070/13; заявл. 10.05.2015; опубл. 27.11.2015. Бюл. № 33. 5 с.

The Study of Soil Crumbling During its Preplant Preparation for the Subsequent Combine Harvesting of Potatoes

P.I. Gadzhiev, M.S. Shikalov,
G.G. Ramazanova, A.I. Alekseev

Summary. *The principle of operation of a machine for preplant soil preparation for the subsequent combine harvesting of potatoes, the design of which uses an additional system of lump destruction, is described. The results of studies performed using the method of multifactorial experiment planning, which resulted in a mathematical model of the process of crushing the soil depending on the factors influencing this process are presented.*

Keywords: *potatoes, harvesting, tillage, lump destruction device, mathematical model, factor, optimization.*

Реферат

Цель исследований – разработка с использованием метода планирования многофакторного эксперимента математической модели крошения почвы в зависимости от влияющих на этот процесс факторов. Для проведения исследований использовалась усовершенствованная модель машины СУ-1,4М, которая при предпосадочной подготовке почвы выполняла следующие технологические операции: нарезка борозд; подкорм пласта почвы между бороздами и подача почвенной массы на элеваторы; рыхление и сепарация мелких почвенных комков; крошение прочных и крупных комков; укладка неразрушенных соизмеримых с клубнями комков в борозды. Отличие усовершенствованной машины от серийной состояло в дополнительном введении в её конструкцию регулируемого экрана, позволяющего более эффективно разрушать комки, которые не разрушились после удара ножом битерного барабана. Исследования проводились с использованием метода планирования многофакторного эксперимента. Критерием оптимизации была принята степень крошения почвы, в качестве варьируемых факторов – угловая скорость вращения барабана ω , масса бitera, расстояние между бiteraми и расстояние до экрана. При определении коэффициентов регрессии использовали метод наименьших квадратов. Для проверки гипотезы об однородности оценок дисперсий использовали критерий Фишера. Установлено, что максимальная степень крошения почвы (96,3 %) достигается при угловой скорости вращения барабана 40,8 рад/с, массе бitera 0,586 кг, расстоянии между бiteraми 0,078 м и расстоянии до экрана 0,45 м. Полученные в ходе экспериментов оптимальные значения исследуемых факторов имеют высокий уровень сходимости с результатами теоретических исследований. Результаты лабораторно-полевых исследований усовершенствованного образца машины для предпосадочной подготовки почвы показали более высокую её эффективность по сравнению с известными техническими решениями. Так, урожайность картофеля на опытных полях повысилась на 19%, повреждение клубней в таре при комбайновой уборке уменьшилось на 17%.

Abstract

The purpose of the study is to develop a mathematical model of soil crumbling depending on the factors influencing this process using the multi-factorial experiment planning method. To perform this study, an improved model of the SU-1.4M machine was used, which, during preplant preparation of the soil, performed the following process steps: cutting furrows; trenching the soil between the furrows and feeding the soil mass to the elevators; loosening and separation of small soil lumps; crumbling of strong and large lumps; laying of non destructed lumps being commensurate with tuber in the furrows. The difference between the improved machine and a serial one was the additional introduction of an adjustable screen into its design, which allows it to destroy more effectively lumps that did not collapse after the knife of the beater drum. The study was conducted using the method of multifactor experiment planning. The degree of crumbling of the soil was adopted as the optimization criterion; the variable factors were the drum angular velocity, the beater weight, the distance between the beaters, and the distance to the screen. When determining the regression coefficients the method of least squares was used. To test the hypothesis regarding the uniformity of estimates of variances the Fisher's test was used. It was established that the maximum degree of soil crumbling (96.3 %) was achieved at a drum angular velocity of 40.8 radian per second, a beater weight of 0.586 kg, a distance between the beaters of 0.078 m, and a distance to the screen of 0.45 m. The optimum results factors under study obtained during the experiments have a high level of convergence with the results of theoretical studies. The results of laboratory and field studies of the improved machine for preplant soil preparation showed its higher efficiency in comparison with the known technical solutions. Thus, the yield of potatoes in the experimental fields increased by 19 %, damage to tubers in the container during combine harvesting decreased by 17 %.

УДК 631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-24-28

Обоснование повышения рабочей скорости почвообрабатывающих и посевных агрегатов

В.И. Скорляков,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,

skorlv@yandex.ru

(Новокубанский филиал ФГБНУ

«Росинформагротех»

(КубНИИТиМ)

Аннотация. Представлен анализ факторов, сопутствующих работе почвообрабатывающих и посевных агрегатов на повышенных рабочих скоростях. Даны результаты обоснования условий производственного применения скоростных почвообрабатывающих и посевных агрегатов. Приведены обобщенные значения приростов тягового сопротивления в зависимости от увеличения рабочих скоростей.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат (МТА), рабочая скорость, обработка почвы, посев, тяговое сопротивление, энергообеспечение.

Постановка проблемы

В последние годы ряд фирм-производителей почвообрабатывающей и посевной техники декларируют возможность применения своих технических средств (ТС) на повышенных рабочих скоростях – более 12-15 км/ч (БДМ-Агро, группа компаний Белагро и др.) без обоснования влияния такого повышения на агротехнические, энергетические и другие показатели работы агрегатов.

Согласно информации, приведенной в каталоге сельскохозяйственной техники группы компаний Белагро [1], верхние пределы рабочих скоростей ряда ТС выходят за нормы, установленные агротехническими требованиями: для дисковых борон серии БДМ – до 15 км/ч, дисковых мульчборон-луцильников серии ЛДМ – до 18, дисковых борон-луцильников серии Дукал – до 20, культиваторов универсальных Техмаш КПМ – до 15, сеялки зерновой АЛМАЗ



СЗП-3,6А и сеялки точного высева «СПАДЕР-12Х45» – до 15 км/ч.

В технической характеристике дискаторов серии БДМ (производитель – БДМ-Агро) указана скорость обработки 8-25 км/ч, посевных комплексов Solitair – 12-18 км/ч.

Рабочая скорость большинства агрегатов для лущения стерни колосовых культур, по результатам наших исследований, имеет диапазон 10-13 км/ч [2], а при дисковании почвы в технологиях её подготовки под посев озимых зерновых – 9,5-14,5 км/ч при соблюдении агротехнических требований к показателям качества.

По информации ООО «Агри 2.0 Точное земледелие», системы точного высева компании Precision Planting благодаря применению специальной скоростной трубки Speed Tube обеспечивают увеличение рабочей скорости до 16 км/ч с сохранением установленной точности высева. По информации фирмы Kverneland, скоростная сеялка точного высева OPTIMA SX обеспечивает качественное выполнение посевных работ при рабочей скорости до 18 км/ч. При этом декларируется 1,5-2-кратное повышение производительности на посеве пропашных культур.

Однако агротехнические требования [3] для вспашки, лущения стерни, культивации, внесения удобрений и посева зерновых культур устанавливают допустимые значения рабочей скорости в пределах 12 км/ч. Данные ограничения рабочих скоростей используются при испытаниях почвообрабатывающих и посевных ТС на государственных машиноиспытательных станциях, что не позволяет получить оценку данных деклараций фирм-производителей.

Вполне очевидно, что декларируемое в ряде случаев полуторкротное увеличение рабочих скоростей может обеспечить сопоставимое увеличение производительности агрегатов и тем самым существенно сократить потребности ТС. Однако для оценки возможности и эффективности повышения рабочих скоростей почвообрабатывающих и посевных ТС необходима достоверная информация по ряду вопросов:

- влияние повышения рабочей скорости ТС на качество выполнения технологических операций;

- влияние характерных неровностей полей на рабочий процесс скоростных агрегатов и возможность подготовки полей к использованию таких агрегатов;

- дополнительные потребности в энергообеспечении технологических процессов агрегатов;

- определение наиболее рациональных конструкций рабочих органов для скоростных ТС.

Цель исследований – обоснование условий, обеспечивающих обработку почвы и посев сельскохозяйственных культур на повышенных рабочих скоростях.

Материалы и методы исследования

Исходя из факторов, влияющих на величину рабочей скорости МТА, объектами исследования были результаты полевых опытов по влиянию повышенных (до 15-16 км/ч) рабочих скоростей на агротехнические и энергетические показатели агрегатов. Учитывая важность оценки роста энергопотребления современных однотипных орудий в зависимости от увеличения скорости сверх регламентированных значений и исходя из прямо пропорциональной зависимости тягового сопротивления орудий от рабочей скорости $P = f(V)$, были использованы относительные показатели прироста сопротивления орудий (в %) на 1 км/ч прироста скорости. Относительные приросты сопротивления определяли по основным типам почвообрабатывающих и посевных ТС, исходя из известных по материалам публикаций диапазонов изменения тягового сопротивления и соответствующих изменений скорости.

Рабочая скорость агрегата определялась из выражения:

$$g = \frac{3,6N_e\xi\eta_T}{\kappa_0 B_p},$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

ξ – степень использования мощности, $\xi = 0,90-0,95$;

η_T – тяговый коэффициент полезного действия энергетического средства,

$\eta_T = 0,80-0,85$;

κ_0 – удельное сопротивление рабочих органов, кН/м;

B_p – ширина захвата агрегата (рабочей машины), м.

Во многих случаях скорость, определяемая мощностью двигателя энергетического средства (N_e), не может быть реализована вследствие агротехнических ограничений. Поэтому получаемая расчетная скорость машинно-тракторного агрегата в зависимости от выравненности конкретного поля корректировалась в меньшую сторону.

По материалам публикаций обобщались характерные параметры неровностей поверхности полей, сведения о влиянии повышенных скоростей на качество технологических операций обработки почвы и посева, отличительные признаки скоростных рабочих органов.

Результаты исследований и обсуждение

Анализ результатов полевых опытов позволил выделить четыре направления, достаточные для обоснования возможности применения скоростной обработки почвы и посева в современных условиях.

1. Влияние повышенных скоростей на качество технологических операций обработки почвы и посева

Известно, что изысканию скоростной почвообрабатывающей и посевной техники посвящены масштабные исследования 1960-70-х годов. Во многих случаях применяемые в опытах диапазоны рабочих скоростей достигали приведенных выше декларируемых значений.

Специалистами ВИМ было установлено, что с точки зрения агрономии препятствий к повышению рабочих скоростей при обработке почвы до 20 км/ч (5,56 м/с) не существует [4].

Известными исследованиями [5] установлено существенное улучшение качества крошения почвы с увеличением рабочей скорости почвообрабатывающих агрегатов до 15-18 км/ч, что при вспашке выражается в увеличении прироста содержания фракций размером менее 2 см, уменьшении залипания рабочих органов плугов и культиваторов. При скорости более 9-12 км/ч уменьшается высота гребней за культиваторными лапами

благодаря перекрывающим друг друга боковым разбросам почвы. При этом подрезание сорных растений не ухудшается.

Исследования Агрофизического института, проведенные в Ростовской области на предкавказском черноземе, показали, что хорошее крошение почвы сохраняется при вспашке плугом с культурным отвалом при скорости до 10-12 км/ч и специальными скоростными плугами ПНС-3-30 и П-5-35-С при скорости до 15-16 км/ч.

Опытами П.Е. Никифорова [6] было установлено, что вспашка плугом со скоростными корпусами при скоростях в диапазоне 9-20 км/ч не оказывала заметного влияния на урожайность сельскохозяйственных культур. Было доказано, что на повышенных скоростях достигается высокое качество культивации, лущения, прикатывания и боронования. Была установлена возможность перехода к скорости обработки почвы 12-15 км/ч, но при условии применения для этого специальных плугов и других усовершенствованных ТС, а также, что скоростную вспашку можно начинать и проводить при более высокой влажности почвы и в более ранние сроки, что очень важно весной. Так, в опытах П.У. Бахтина для скорости обработки 3,5 км/ч спелость почвы наступала при влажности, равной 71% полной влагоемкости. При увеличении скорости вспашки до 10 км/ч и более высокое качество обработки достигалось при влажности почвы около 85%.

Переход на более высокие скорости позволяет также увеличивать производительность труда и качество обработки почвы, в более короткие и лучшие агротехнические сроки выполнять сельскохозяйственные работы. Все это создает предпосылки для повышения общей культуры земледелия и указывает важное значение повышения скорости движения машинно-тракторных агрегатов (МТА) при пахоте и других видах работ.

2. Характерные неровности поверхности полей

Основными причинами скоростных ограничений энергонасыщенных

тракторов является ухудшение с увеличением скорости условий труда, а также ухудшение качества выполнения технологических процессов и операций [4]. Повышение рабочих скоростей вызывает рост динамических воздействий, возникающих из-за неровностей почвы, которые подразделяют по морфологическому признаку на три группы:

- микрорельеф – неровности, горизонтальные размеры которых находятся в пределах 0,05-0,5 м;
- мезорельеф – неровности, размеры которых находятся в пределах от 0,5 до 3-5 м;
- макрорельеф – неровности, размеры которых больше 3-5 м.

Неровности микропрофиля полей могут возбуждать значительные колебания МТА в продольно-вертикальной плоскости и увеличивать уплотнение почвы ходовыми органами.

В настоящее время отсутствуют систематизированные сведения о неровностях поверхности полей в периоды проведения технологических операций. Однако в отдельных случаях при изысканиях оптимальных параметров механизмов навески почвообрабатывающих и посевных рабочих органов такие исследования проводятся. Так, согласно исследованиям В.А. Заварзина при оценке полевых условий перед посевом почвообрабатывающим посевным комплексом период колебаний неровностей поверхности поля изменялся в пределах 0,48-2,51 м, средняя амплитуда колебаний составляла 0,012 м, максимальная – 0,030 м [7]. В исследованиях С.И. Камбулова с соавторами получено: длина, соответствующая максимальному значению спектральной плотности, равна 0,9 м при скорости агрегата 1,7 м/с и 0,66 м – при скорости 4,1 м/с [8]. По мнению авторов, из-за сопоставимости этих размеров с длиной опорной поверхности опорных колес неровности полей будут оказывать интенсивные воздействия на МТА, что делает более предпочтительными гусеничные и полугусеничные ходовые органы тракторов.

В условиях Ростовской области посредством измерений сглаженно-

го микропрофиля поля после уборки зерновых колосовых получены максимальная и минимальная высоты неровностей – соответственно 0,0742 и 0,0490 м [9]. Но на полях, подготовленных под посев, по данным И.Н. Шило с соавторами, значения высот неровностей существенно меньше: 0,02-0,05 м – при измерении вдоль основной обработки и 0,03-0,07 м – поперек основной обработки. При этом основной спектр частот микронеровностей полей находится в диапазоне 0-3 с⁻¹.

Опыт передовых хозяйств показывает, что создание выравненной поверхности почвы на полях – вполне решаемая задача. Для этого необходимы высокая технологическая дисциплина с соблюдением правил производства полевых работ, приоритетное применение безотвальных обработок почвы, комбинированных агрегатов и диагональных способов движения (в первую очередь, относительно вспашки) при почвообработках. Об этом свидетельствует результативность системы подготовки почвы под посев сахарной свеклы и мелкосемянных кормовых и овощных культур.

Увеличение в последние годы объемов применения безотвальных обработок почвы, повышение ширины захвата машин и агрегатов создают предпосылки для повышения рабочих скоростей.

В настоящее время нет простых и доступных для производственного применения способов оценки неровностей поля, обеспечивающих оперативный выбор допустимого скоростного режима агрегата. Однако для этого может быть использован надежный метод пробных проходов с визуальной или инструментальной оценкой качества выполнения технологической операции.

3. Энергообеспечение увеличения скорости

Повышенные энергетические возможности тракторов могут быть реализованы как при выборе орудий с большей шириной захвата, так и за счет повышения рабочих скоростей, не нарушающих качество выполнения технологических операций.

Необходимо отметить, что в связи с допустимыми рабочими скоростями почвообрабатывающих орудий, регламентируемыми агропредприятиями, методы расчета их основных параметров основаны на изначальном выборе допустимой рабочей скорости (как исходной информации для расчета) с последующим нахождением ширины захвата орудия. Но вместе с тем считается, что с точки зрения энергетики повышение производительности путем увеличения рабочей скорости выгоднее, чем за счет увеличения ширины захвата.

Очевидно, что для увеличения рабочей скорости агрегата необходим соответствующий запас мощности двигателя трактора, значение которого необходимо знать для выбора рационального состава скоростного агрегата. Для этого важно знать прирост тягового сопротивления в зависимости от увеличения рабочей скорости для ТС разных типов.

Наиболее достоверная информация о степени влияния скорости технических средств разных типов на их тяговое сопротивление содержится в выполненных в разные годы экспериментальных исследованиях.

Плуги. При изменении скорости агрегата Т-150 с плугом ПЛП 6-35 от 2 до 2,79 м/с тяговое сопротивление увеличивается от 24,4 до 31,2 кН. При этом темп изменения тягового сопротивления орудия составляет около 9 % на каждый километр увеличения скорости [8]. Несколько меньшие, но близкие значения получены также по результатам обработки графических зависимостей других авторов – 8,67% [10] и 8,3 % [11].

При повышении рабочей скорости плуга, оснащенного специальными скоростными корпусами, с 10 до 15 км/ч тяговое сопротивление возрастает на 33,7 или на 6,7% на каждый 1 км/ч прироста скорости [12].

Плоскорезы-глубококорыхлители. Известно [13], что увеличение скорости плоскореза-глубококорыхлителя с 7 до 17,8 км/ч (в 2, 5 раза) при глубине 20-22 см вызывает рост тягового сопротивления орудия с 8,38 до 12,98 кН (или на 5,1 % на каждый километр увеличения скорости),



а при глубине 25-27 см и повышении скорости с 7 до 15,4 км/ч – с 10,4 до 17,17 кН, или на 8,4 % на каждый километр увеличения скорости.

Культиваторы. Известно [12], что при повышении скорости с 3 до 5 м/с (или с 10,8 до 18 км/ч) удельное сопротивление скоростных культиваторных лап с углом подъема 23° увеличивается на 6 % на каждый километр увеличения скорости, а лап с углом подъема 28° – до 7,6 % на каждый 1 км/ч.

Сеялки. При посеве агрегатом 3СЗ-3,6 с трактором Т-150 с увеличением скорости от 2,5 до 3,48 м/с тяговое сопротивление изменяется от 20,1 до 23,4 кН, что соответствует его приросту на 4,6 % на каждый километр прироста скорости [8].

Таким образом, темпы прироста тягового сопротивления при повышении рабочей скорости ТС в расчете на каждый километр увеличения скорости по результатам экспериментальных исследований разных авторов составляют (см. таблицу):

- для отвальных плугов – 8,3-9 %;
- для плоскорезов-глубококорыхлителей – 5,1 и 8,4 % (для глубины обработки соответственно 20-22 и 25-27 см);
- для культиваторов – 6 и 7,6 % при углах подъема рабочих поверхностей 23° и 28°;
- для сеялок с дисковыми сошниками – 4,6 %.

Наряду с вероятным влиянием на результаты оценок условий проведения опытов приведенные в таблице значения приростов тягового сопротивления в зависимости от увеличения рабочей скорости позволяют выбирать параметры агрегатов исходя из планируемых значений рабочей скорости. Но в большинстве случаев найденное значение скорости не может быть реализовано вследствие агротехнологических ограничений, обусловленных допустимыми значениями показателей качества обработки. В некоторых случаях необходимо соблюдать ограничения, связанные с условиями труда механизатора.

В последние годы на рынке предлагается большое число новых технических средств. Прослеживается ак-

Относительные приросты тягового сопротивления

Тип технического средства	Доля прироста тягового сопротивления на каждый километр прироста скорости, %	Условия оценок	Источник информации
Плуг отвальный	9	-	[8]
-«-	8,67	-	[10]
-«-	8,3	-	[11]
-«-	6,7	Скоростные корпуса	[12]
Плоскорез-глубококорыхлитель	5,1	Глубина 20-22 см	[13]
-«-	8,4	Глубина 25-27 см	[13]
Культиватор	6	Угол подъема рабочих поверхностей 23°	[12]
-«-	7,6	Угол подъема 28°	[12]
Агрегат зерновых сеялок 3СЗ-3,6	4,6	-	[8]

цент на приобретение более мощных тракторов, агрегатирование которых с почвообрабатывающими орудиями по ряду организационных и других причин не соответствует установленным оптимальным параметрам. В подавляющем большинстве характерна избыточная мощность трактора в агрегате вследствие отсутствия в хозяйстве орудия нужного типоразмера. В целом на сегодняшний день около 74 % сельскохозяйственных машин загружают двигатель энергетических средств на 34,5-87,5 %, и лишь 13 % машин – на рекомендуемые 95 %. Это свидетельствует о том, что около 74 % машин не обеспечивают реализацию потенциальных энергетических возможностей сельскохозяйственных агрегатов, т.е. не могут считаться энергоэффективными [14].

По результатам оценок 15 чизельных агрегатов, испытанных в производственных условиях, и последующего анализа установлено, что около половины из них имеют избыточную мощность агрегируемых тракторов – от 15,4 до 33,8 % вследствие недостаточной ширины захвата [3]. Аналогичные результаты получены по результатам оценок агрегатирования почвообрабатывающих орудий других типов.

Однако при наличии выравненных полей данный недостаток агрегатирования может быть исключен, так как избыточная мощность трактора может

быть использована при работе на повышенной рабочей скорости.

4. Примеры скоростных рабочих органов

Вполне очевидно, что для ограничения роста тягового сопротивления и энергозатрат для скоростных агрегатов наиболее целесообразны рабочие органы с меньшим тяговым сопротивлением. В соответствии с данным принципом для плугов в свое время были разработаны специальные скоростные корпуса. Их применение позволяет работать со скоростью 12 км/ч вместо 9 км/ч без снижения качества вспашки [15].

Из культиваторных лап меньшим сопротивлением на повышенных скоростях движения характеризуются рабочие органы с малыми углами подъема, крошения и меньшей толщиной стойки. Для работы на повышенных скоростях наиболее перспективны культиваторные лапы с углом крошения 15-18° и углом подъема 7-8° [16]. Толщина стойки должна иметь одинаковое сечение по всей длине и не превышать 10-12 мм, угол заострения передней грани стойки – 10°.

На финишных операциях подготовки почвы под посев в системах обработки почвы с отвальной вспашкой для скоростной обработки по агротехническим показателям в сравнении со стрелчатыми лапами наиболее пригодны спаренные бритвы [17].

Известно также, что сопротивление культиваторных лап на упругих подвесках с повышением скорости движения более 3-4 м/с растет менее интенсивно, чем на жестких [18]. При глубине обработки 4-7 см сопротивление упругих лап составляет 60-70 % от сопротивления жестких, а при глубине 13-15 см – только 8-15 % [18].

Для зерновых сеялок наиболее предпочтительны однодисковые сошники благодаря минимальным углам относительно направления посева и отсутствия выглубляющей реакции почвы.

Выводы

1. Увеличение рабочих скоростей МТА является перспективным направлением для дальнейшего повышения их производительности и сокращения потребности агрегатов для технологических операций.

Согласно известным экспериментальным исследованиям повышение скоростей до 15-18 км/ч обеспечивает лучшие крошение почвы при вспашке, выравнивание поверхности поля и подрезание сорняков при культивации, позволяет проводить обработку почвы при большей влажности благодаря меньшему налипанию на рабочие органы.

2. Для повышения скоростных возможностей МТА целесообразны совершенствование и выбор соответствующих компоновочных схем и рабочих органов в направлении снижения энергоемкости выполняемого процесса и обеспечения стабильности показателей качества.

Для обоснованного и поступательного повышения скоростных режимов МТА целесообразны соответствующие изменения регламентации деятельности зональных МИС, допускающие определение потребительских свойств ТС на скоростях более 12 км/ч.

3. Реализация преимуществ скоростных почвообрабатывающих и посевных агрегатов требует целенаправленной работы по применению систем обработки почвы, обеспечивающих выровненную поверхность полей, а также совершенствования средств и методов оценки характе-

ристик неровностей для определения пригодности полей к работе МТА на повышенных скоростях.

4. При выборе состава почвообрабатывающих и посевных агрегатов целесообразно исходить из темпов прироста тягового сопротивления орудий в расчете на каждый километр увеличения скорости в следующих размерах:

- для отвальных плугов – 8,3-9 %;
- для плоскорезов-глубококорыхлителей – 5,1 и 8,4 % (для глубины обработки соответственно 20-22 и 25-27 см);
- для культиваторов – 6 и 7,6 % при углах подъема рабочих поверхностей 23° и 28°;
- для посева агрегатом сеялок с дисковыми сошниками – 4,6 %.

Список использованных источников

1. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2005. 271 с.
2. Сельскохозяйственная техника. Каталог группы компаний Белагро. www.belagro.com.
3. **Скорляков В.И., Чаплыгин М.Е.** Эксплуатационно-технологические показатели дисковых борон на послеуборочном лущении стерни // Агроснабфорум. 2014. № 6. С. 56-58.
4. **Панов И.М., Сакун В.А.** Пути повышения производительности пахотных агрегатов // Тракторы и сельхозмашины. 1985. № 7. С. 21-25.
5. **Поляк А.А., Щупак А.Д.** Эксплуатация машинно-тракторных агрегатов на повышенных скоростях. М.: Колос, 1974. 304 с.
6. **Никифоров П.Е.** Влияние различных скоростей обработки почвы и посева на урожайность сельскохозяйственных культур // Труды ВИМ. 1973. Т. 61. С. 3-52.
7. **Заварзин В.А.** Обоснование параметров и режимов работы копирующего механизма рабочих органов почвообрабатывающего посевного комплекса: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.01. Барнаул, 2003. 21 с.
8. **Камбулов С.И., Рыков В.Б., Божко М.В., Колесник В.В.** Характеристика внешних воздействий на работу машинно-тракторных агрегатов // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 9. С. 45-51.
9. **Оберемок В.А., Аванесян А.М., Демьяновский К.Н., Меликов И.М.** Анализ влияния характеристик подвески и шин на нагруженность колес автомобиля при движении по стерневому фону // Политематический се-

тевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109. С. 971-980.

10. **Тырнов Ю.А., Зазуля А.Н., Балашов А.В., Белогорский В.П.** Исследование показателей работы поворотного плуга для гладкой вспашки // Техника в сельском хозяйстве. 1913. № 1. С. 23-24.

11. **Селиванов Н.И.** Совершенствование классификации и использование энергонасыщенных тракторов // Вестник КрасГАУ. 2016. № 4. С. 113-118.

12. **Бурченко П.Н.** Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения. М.: ВИМ, 2002. 212 с.

13. **Лаврухин В.А., Суббота Е.М., Погребняк А.В.** Влияние скоростного режима на работу плоскореза-глубококорыхлителя // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1977. № 2. С. 12-13.

14. **Джаббаров Н.И., Добринов А.В., Ахмадов Б.Р.** Разработка энергоэффективных сельскохозяйственных агрегатов с учетом их динамических характеристик // Кишоварз. 2014. № 2. С. 38-40.

15. **Киртбая Ю.К.** Резервы в использовании машинно-тракторного парка. М.: Колос. 1982. 319 с.

16. **Лысенко А.Т., Гречко В.Ф., Демидов В.П., Чабаненко И.Л.** Зависимость сопротивления рабочих органов культиватора от их параметров и скорости движения. Научные основы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов. М.: Колос. 1968. С. 320-323.

17. **Клочко Н., Будагов А., Лисицын Н.** Работа культиваторных лап на повышенных скоростях // Техника в сельском хозяйстве. 1974. № 4. С. 65-67.

18. **Рябцев Г., Кондратьев Е.** Работа культиватора с упругой подвеской лап на повышенных скоростях // Техника в сельском хозяйстве. 1974. № 6. С. 84-85.

The Rationale for Increasing the Working Speed of Tillage and Seeding Units

V.I. Skorlyakov

Summary. An analysis of the factors associated with the work of tillage and sowing units at high operating speeds is presented. The results of the study of the conditions for the production of high-speed tillage and sowing units are given. The generalized values of the increments in traction resistance depending on an increase in operating speeds are given.

Keywords: machine-tractor unit (MTU), working speed, tillage, seeding, traction resistance, energy supply.

УДК 631.81.095.337

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-29-32

Исследование влияния биологических и нанопрепаратов на морфометрические изменения растений озимой пшеницы

Г.В. Дробин,директор,
director@kubniitim.ru**Т.А. Юрина,**зав. лабораторией,
agrolaboratoriya@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
(КубНИИТИМ);**Н.Н. Глущенко,**д-р биол. наук, проф., зав. лабораторией,
nnglu@mail.ru
(ИНЭПХФ РАН им. В.Л. Тальрозе)

Аннотация. Представлены результаты исследования применения биологических и нанопрепаратов с дефицитным содержанием микроэлементов для почв центральной зоны Краснодарского края в производственных посевах озимой пшеницы. Приведены обоснованные выводы о положительном влиянии препаратов на основе микроэлементов на морфометрические показатели растений и качество зерна.

Ключевые слова: микроэлементы, биологический препарат, нанопрепарат, морфометрические показатели, озимая пшеница, фенологические наблюдения, качество зерна.

Постановка проблемы

При наличии необходимого количества микроэлементов растения синтезируют полный спектр ферментов, позволяющих интенсивнее использовать энергию, воду, элементы питания для формирования высокой урожайности. Микроэлементы способствуют развитию мощной разветвленной корневой системы, что обеспечивает более полное усвоение растениями питательных элементов из почвы. Повышается устойчивость растений к засухе, холоду, поражению болезнями.

Функции каждого макро- и микроэлемента в растениях строго специфичны, ни один элемент не может быть заменен другим. Недостаток любого макро- или микроэлемента приводит к нарушению обмена веществ и физиологических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, снижению урожая и его качества. При остром дефиците элементов питания у растений в ряде случаев появляются характерные признаки голодания [1].

Важнейшими микроэлементами для озимой пшеницы являются: марганец, медь, железо, цинк, бор, молибден и др. Однако они еще не нашли достаточного применения в производственных посевах, в том числе из-за нехватки информации по результатам их влияния на растения.

Эффективность применения микроэлементов зависит как от способа их поставки растениям в качестве питательных веществ, так и от сроков их внесения. Потребность в микроэлементах на начальной стадии жизнедеятельности растений можно сбалансировать в предпосевной обработке семян, а устранение их дефицита в течение дальнейшего их роста и развития – листовыми подкормками.

Цель исследований – оценка морфометрических изменений растений озимой пшеницы при внесении био- и нанопрепаратов с дефицитным микроэлементным составом в основные критические периоды их максимального потребления.

Материалы и методы исследования

Препараты, предназначенные для проведения исследований и используемые в качестве микроудобрений при нанесении на семена и

вегетирующие растения, содержали дефицитный микроэлементный состав для почв центральной зоны Краснодарского края. Необходимые микроудобрения были предоставлены ИНЭПХФ РАН им. В.Л. Тальрозе, фирмой ООО «БиоЭра-Пенза» и ООО «БраС» [2, 3].

Исследования проводились на базе валидационного полигона КубНИИТИМ и предусматривали проведение полевого опыта в производственной технологии возделывания озимой пшеницы районированного сорта «Иришка» РС2 с применением био- и нанопрепаратов на основе микроэлементов в основные критические периоды их максимального потребления с последующим проведением фенологических наблюдений (по основным этапам роста и развития растений в вариантах опыта) и оценкой качества полученного зерна.

Научно-исследовательская работа проведена по результатам закладки четырех вариантов полевого опыта:

- вариант № 1 (нанопрепарат) – посев с добавлением нанопрепарата в хозяйственную предпосевную обработку семян (контроль + нанопрепарат) и с последующими хозяйственными обработками посевов;

- вариант № 2 (контроль) – контрольный посев с хозяйственной предпосевной обработкой семян и хозяйственной обработкой посевов (две весенние азотные подкормки аммиачной селитрой и последующие химические обработки пестицидами и удобрениями в критические периоды роста и развития растений озимой пшеницы – фаза кущения, выход в трубку и перед началом цветения);

- вариант № 3 (Аквадон-Микро) – контрольный посев с хозяйственной

предпосевной обработкой семян и хозяйственной обработкой посевов, но с двукратным добавлением удобрения Авадон-Микро в баковую смесь для опрыскивания в фазу кущения и перед цветением (в норме 1 л/га каждая);

● вариант № 4 (АгроВерм) – контрольный посев с хозяйственной предпосевной обработкой семян и хозяйственной обработкой посевов, но с двукратным добавлением (вместо Гумат Калия) биопрепарата АгроВерм в баковую смесь для опрыскивания в фазу кущения и перед цветением (в норме 2 л/га каждая).

Результаты исследований и обсуждение

Оценка состояния хлебостоя и качества зерна

Для оценки морфометрических изменений у растений озимой пшеницы под влиянием препаратов на основе микроэлементов перед уборкой про-

Таблица 1. Результаты предуборочного обследования посевов в фазу полной спелости зерна по вариантам опыта (29.06.2018)

Вариант опыта	Средняя длина, см		Средняя толщина стебля у основания, мм	Среднее число стеблей, %		Средняя длина колоса, см	Среднее число зерен в колосе, шт.
	растения	корня		продуктивных	непродуктивных		
№ 1 (нанопрепарат)	83	11	5	99,2	0,8	8,5	39
№ 2 (контроль)	83,5	9,8	4,5	98,1	1,9	8,8	39
№ 3 (Аквадон-Микро)	78,2	9,8	4,9	98,5	1,5	8,4	35
№ 4 (АгроВерм)	82	11,1	4	96,6	3,4	8,4	39

вели оценку хлебостоя по вариантам опыта (в соответствии с ГОСТ 28301) [4].

Для этого на учетных площадях заложили рамки размером 50×50 см, в границах которых выкопали все рас-

тения и провели полный разбор, подсчет и обмер растений в трехкратной повторности по каждому варианту опыта (см. рисунок). Основные оценочные показатели представлены в табл. 1.



Вид посевов в период предуборочного мониторинга: а – вариант № 1 с предпосевной обработкой семян нанопрепаратом; б – вариант № 2 (контрольный) с хозяйственной обработкой посевов; в – вариант № 3 с двукратной подкормкой удобрением Аквадон-Микро; г – вариант № 4 с двукратной подкормкой биопрепаратом АгроВерм

В результате предуборочного мониторинга посевов по вариантам опыта в сравнении с контрольным вариантом выявились следующие различия в биометрических параметрах:

- длина растений во всех исследуемых вариантах была меньше средней длины растений контрольного варианта, наибольшая разница (меньше на 5,3 см, или на 6,3 %) наблюдалась в варианте № 3 (двукратная подкормка удобрением Аквадон-Микро);

- корневая система растений в варианте № 3 (Аквадон-Микро) идентична по длине контрольным показателям варианта № 2 и составила 9,8 см, в вариантах № 1 (нанопрепарат) и № 4 (АгроВерм) – более развита, длина корней – 11-11,1 см;

- наибольшее увеличение средней толщины стебля у основания растений по сравнению с контрольным показателем наблюдалось в вариантах № 1 (нанопрепарат) и № 3 (Аквадон-Микро) – соответственно на 0,5 и 0,4 мм, или на 11,1 и 8,9 %;

- средняя длина колоса у растений во всех изучаемых вариантах незначительно отличалась от контрольного варианта уменьшенными размерами (разница составила 0,3-0,4 см);

- наименьшая озерненность колоса наблюдалась в варианте № 3 (Аквадон-Микро), среднее количество зерен в колосе меньше на 4 шт.; растения в двух остальных исследуемых вариантах (№ 1 (нанопрепарат) и № 4 (АгроВерм) имели одинаковые значения с вариантом № 2 (контроль) – 39 зерен.

По результатам разбора и подсчета снопового материала (вырезки растений с площади 0,25 м²) определены следующие сравнительные показатели:

- наибольшая доля продуктивных стеблей – 99,2 % получена в варианте № 1 (с предпосевной обработкой семян нанопрепаратом) и контрольным варианте № 2 – 98,1 %, наименьшая – в варианте № 4 (АгроВерм) – 96,6 %;

- наименьшее количество непродуктивных стеблей (0,8 %) также выявлено в варианте № 1 (нанопрепарат). Разница по сравнению с контрольным показателем (1,9 %) составила 1,1 %. Самое большое превышение наблюдалось в варианте № 4 (АгроВерм) – 3,4 % (разница составила 1,5 %);

- больных колосьев в сноповом материале исследуемых вариантов не обнаружено.

Оценка качества бункерного зерна

Для анализа бункерного зерна по вариантам опыта отобрали средний образец (2-2,5 кг) при выгрузке комбайном намолоченной массы. Оценка качества полученного зерна проводили в специализированном сертифицированном учреждении.

В табл. 2 представлены основные показатели качества зерна по четырем вариантам опыта.

В соответствии с техническими требованиями по ГОСТ Р 52554 [5] зерно с четырех вариантов опыта по показателям качества относится к 4 классу мягкой пшеницы.

При детальном рассмотрении показателей качества зерна исследуемых вариантов в сравнении с контрольным вариантом № 2 (с хозяйственной обработкой семян и посевов) их значения имеют более высокие параметры. Так, по содержанию сырой клейковины и белка (протеина) превышение получено в варианте

№ 3 (Аквадон-Микро) и составило 1,4 и 0,6 % соответственно. Показатель натуры зерна колебался с небольшими отклонениями от значения контрольного варианта в пределах 830-838 г/л.

При конкретизации оценочных показателей по исследуемым препаратам получены следующие результаты:

- применение нанопрепарата в предпосевной обработке семян (вариант № 1) оказало положительное влияние на качество зерна по массовой доле сырой клейковины (увеличилась с 20,7 до 21,1 %) и по показателю натуры зерна (увеличилась на 5 г, или на 0,6 % – с 833 до 838 г);

- использование удобрения Аквадон-Микро для зерновых культур в двух подкормках (вариант № 3) положительно повлияло на показатели качества зерна (содержание сырой клейковины превышает контрольный показатель на 1,4 %, массовая доля белка – на 0,6 % (с 11,8 до 12,4 %), натура зерна – на 2 г, или на 0,2 % (с 833 до 835 г);

- применение двухразовой подкормки биоудобрением АгроВерм (вместо Гумат калия) в варианте № 4 проявилось в сравнительных результатах с контрольным значением: масса 1000 зерен увеличена на 3,6, или на 8,6 %.

Выводы

1. По результатам исследований возделывания озимой пшеницы районированного сорта «Иришка» РС2 в производственных посевах на территории валидационного полигона КубНИИТиМ (центральная зона Краснодарского края) в течение всего вегетационного периода можно сделать вывод о положительном влиянии исследуемых био- и нанопрепаратов на морфометрические показатели растений и качество зерна.

2. Применение нанопрепарата в обработке семян перед посевом (вариант № 1) в сравнении с контрольным вариантом № 2 оказало положительное влияние на следующие показатели: биометрические параметры растений (средняя длина корня увеличилась на 11,2 см, или на 2,2 %, толщина стебля у основания –

Таблица 2. Качество зерна озимой пшеницы сорта «Иришка» по вариантам опыта

Показатели	Значение показателя по вариантам опыта			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	нанопрепарат	контроль	Аквадон-Микро	АгроВерм
Массовая доля, %:				
сырой клейковины	21,1	20,7	22,1	20,3
белка (протеина)	11,8	11,8	12,4	11,9
Натура, г/л	838	833	835	830
Влажность зерна, %	11,7	11,8	11,8	11,8

на 0,5 мм, или на 11,1 %); количество продуктивных стеблей (увеличилось на 1,1 % – с 98,1 до 99,2 %); качество зерна улучшилось по содержанию сырой клейковины на 0,4 % (с 20,7 до 21,1 %), натура зерна – на 5 г, или на 0,6 % (с 833 до 838 г).

3. Использование удобрения Аквадон–Микро для зерновых культур (вариант № 3) в двух подкормках (в фазу кущения и перед цветением) положительно повлияло на следующие показатели: биометрические параметры растений (более толстый стебель у основания – на 0,4 мм (8,9 %) при меньшей длине растений – на 5,3 см (6,4 %) ниже контрольного показателя); общее состояние хлебостоя (повышенный процент продуктивных стеблей в массиве составил 98,5 %, что на 0,4 % больше контроля, как следствие – уменьшенное количество непродуктивных стеблей (1,5 %); качество зерна (массовая доля сырой клейковины на 1,4 % превышает контрольный показатель, массовая доля белка – на 0,6 % (с 11,8 до 12,4 %), натура зерна – на 2 г (с 833 до 835 г).

4. Применение двухразовой подкормки биоудобрением АгроВерм (вместо Гумат калия) в варианте № 4

проявилось в результатах следующих показателей в сравнении с контрольными значениями: развитие корневой системы (увеличение длины корня на 1,3 см, или на 13,3 %); масса 1000 зерен увеличилась на 3,6 г, или на 8,6 %.

5. Для подтверждения достоверности полученных результатов и разработки рекомендаций для сельхозтоваропроизводителей об эффективном использовании исследуемых препаратов исследования в производственных условиях центральной зоны Краснодарского края будут продолжены на увеличенных размерах площадей опытных посевов.

Список использованных источников

1. Теория минерального питания: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 36.01.06 «Сельское хозяйство» / Сост.: В.П. Белоголовцев, Е.А. Нарушева. Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. 121 с.

2. Юрина Т.А., Бондаренко Е.В. Оценка эффективности применения препаратов на основе микроэлементов для некорневых подкормок озимой пшеницы // Техника и оборудование для села. 2019. № 1. С. 26-28.

3. Исследования применения бионанопрепаратов в производственной тех-

нологии возделывания озимой пшеницы: отчет о НИР / Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех»; Федоренко В.Ф., Дробин Г.В., Юрина Т.А. [и др.]; Новокубанск, 2018. 69 с.

4. ГОСТ 28301 – 2015 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2016. 39 с.

5. ГОСТ Р 52554 – 2006 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. 9 с.

Study of the Influence of Biological Preparations and Nanopreparations on the Morphometric Changes in Winter Wheat Plants

G.V. Drobina, T.A. Yurina, N.N. Glushchenko

Summary. The results of a study of the use of biological preparations and nanopreparations with a deficient content of trace elements for the soils of the central zone of the Krasnodar Territory in winter wheat production crops are presented. The substantiated conclusions regarding the positive effect of preparations based on microelements on the morphometric parameters of plants and the quality of grain are discussed.

Keywords: microelements, biological preparation, nanopreparation, morphometric parameters, winter wheat, phenological observations, grain quality.



Форум-выставка «Кооперация-2019»

Салон «Жизнь фермера 2019»

14-16 мая 2019 **Москва | ВДНХ | павильон №75**

Агрохимия.

Растениеводство

Зерно.

Зернопродукты

Корма

Ветеринария



Животноводство

Аквакультура

Дары природы.

Organic

Пчеловодство

Организатор выставки:
Центр маркетинга «Экспохлеб»
(495) 755-50-35, 755-50-38
info@expokhle.com
www.rus-selo.ru



УДК 621.31

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-33-38

Перспективы развития передачи электроэнергии по однопроводной линии

Д.С. Стребков,

д-р техн. наук, проф., академик РАН,
научный руководитель,
auka-ds@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

А.Х. Шогенов,

д-р техн. наук, проф.,
shah3636@mail.ru
(НОУ ВПО «Кабардино-Балкарский
институт бизнеса»);

Ю.Х. Шогенов,

д-р техн. наук, зав. сектором,
yh1961s@yandex.ru
(Отделение сельскохозяйственных наук РАН);

М.В. Моисеев,

аспирант,
auka-ds@mail.ru
(ФГБУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Рассмотрены резонансные системы передачи электрической энергии по однопроводниковой линии с использованием резонансных контуров высокочастотных высоковольтных трансформаторов Тесла. Представлены электрические схемы распределения стационарных волн потенциалов и токов в полуволновой линии. Приведены методы расчёта параметров резонансных контуров и результаты испытаний экспериментальных установок. Даны перспективы и возможные области применения однопроводниковых линий передачи электрической энергии в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: резонансная система, стационарные волны, однопроводниковая линия, высокочастотный трансформатор, передача электрической энергии.

Постановка проблемы

Известно, что передача электроэнергии между населёнными пунктами осуществляется по воздушным линиям электропередачи, состоящим из 3-4 проводов (в зависимости от напряжения), подвешенных на железобетонные или металлические опоры. По улицам сёл и дачных посёлков также проходят многопроводные воздушные линии, а электроэнергию в дома заводят обычно двумя проводами. В городах электрообеспечение осуществляется, как правило, подземными электрическими кабелями. Такая технология с небольшими принципиальными изменениями принята во всём мире [1-4].

Из этого следует, что для снабжения потребителей электроэнергией необходимы минимум два провода, по одному из которых энергия

в виде бегущих волн тока и напряжения передаётся от источника к потребителю, по другому – возвращается обратно, т.е. система должна быть замкнутой. Если её разомкнуть (выключателем, рубильником, автоматом и т.д.), то передача электроэнергии от источника к приёмнику прекращается. Всё это является истиной, доказанной не только теорией, но и практикой, и повторенной многократно в процессе развития классической электротехники в течение 140-150 лет.

Цель исследований – анализ перспектив развития передачи электрической энергии по однопроводниковой линии с использованием резонансных контуров высокочастотных высоковольтных трансформаторов Тесла и определение условий их использования на удалённых труднодоступных территориях Российской Федерации при решении задач электроснабжения отдельных предприятий в промышленности, сельскохозяйственном производстве и других областях народного хозяйства.

Материалы и методы исследования

Рассмотрен резонансный метод передачи электрической энергии на повышенной частоте по однопроводниковой полуволновой линии, состоящей из высоковольтных обмоток передающего и принимающего высокочастотных резонансных трансформаторов и высоковольтной линии. Приведены методы расчёта параметров резонансных контуров. Произведен расчёт параметров резонансной системы. Представлены электрические схемы распределения стационарных волн потенциалов и токов в полуволновой линии.

Результаты исследований и обсуждение

Стационарные волны в однопроводниковой линии. В радиотехнике существует способ передачи информации электромагнитными волнами, содержащими электроэнергию, от передатчика (источника волн) к однопроводниковому волноводу (линии передачи) и далее к антенне. Электрическая система волновод-антенна есть не что иное, как один из проводов разомкнутой двух-



проводной линии, не приемлемой в электроэнергетике для передачи электроэнергии. Таким образом, в радиотехнике в отличие от электротехники электромагнитные волны, содержащие электроэнергию, можно передавать через разомкнутую линию [5]. Электромагнитные волны, которые передаются по такой линии, аналогичны волнообразным колебаниям, образующимся при периодическом подергивании за свободный конец верёвки, закреплённой на другом конце. Поэтому они называются стоячими волнами (рис. 1). Характерным для таких волн является то, что они, во-первых, состоят из узлов (**a, b, c** и т.д.) и пучностей (между **ab, bc** и т.д.), во-вторых, колеблются (как бы «дышат») между узлами с определённой частотой, в-третьих, расстояние **ac** равно длине волны, **ab** или **bc** – половине длины волны, **a1, 1b, b2** – четверти длины волны и т.д.

Прежде чем рассмотрим, как используются указанные особенности стоячих электромагнитных волн, проясним следующий важный вопрос. В радиотехнике информация передаётся в пространство с антенн. Тогда почему бы не передавать электроэнергию таким же образом? Дело в том, что в радиотехнике электромагнитные волны рассеиваются во всех направлениях по Вселенной, и «собрать» их на одном объекте практически невозможно. Их можно обнаружить во многих точках, в которых их мощности незначительны по сравнению с мощностями источников сигналов. Линии в отличие от воздуха обеспечивают передачу электроэнергии большой мощности концентрированно и направленно от источника к приёмнику. Таким образом,

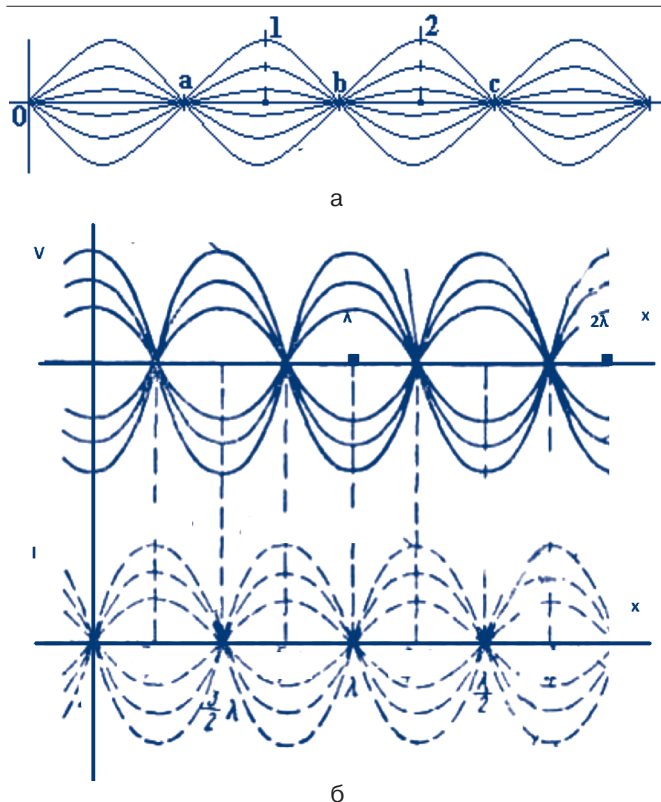


Рис. 1. Стационарные волны в механике (а) и в электродинамике (б):

V – волны напряжения, **I** – волны тока

передача электроэнергии одним проводом базируется не на основе одних радиотехнических идей, а является сочетанием (синтезом) идей или принципов радио- и электротехники.

Постановку задачи переноса радиотехнических идей в электротехнику для передачи электроэнергии от источника к приёмнику и её решение впервые предложил и осуществил гениальный американский инженер сербского происхождения Никола Тесла. В 1927 г. он писал: «В 1893 году я показал, что нет необходимости использовать два провода для передачи электрической энергии.... Передача энергии через одиночный проводник без возврата была обоснована практически.... Возможно далее обойтись без одиночного проводника... Земля может быть использована для передачи энергии от проводника к приёмнику» [6, 7]. В этой выдержке заключена масса пионерских идей, которые расширены, углублены и успешно реализованы в ВИЭСХ (в настоящее время в виде научного направления «Энергообеспечение АПК» входит в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) [8].

Резонансная система передачи электрической энергии. Во времена, когда Н. Тесла начинал свои эксперименты, переменного тока не было. Поэтому в качестве источника электроэнергии («передатчика») Тесла использовал генератор постоянного тока. Далее постоянный ток преобразовывался в переменный с частотой в несколько тысяч герц, трансформировался резонансным трансформатором с напряжением до 70000 В (сетевое фазное напряжение и частота в России соответственно равны 230 В и 50 Гц, в США – 120 В и 60 Гц; человеком воспринимаются на слух звуковые колебания от 16 до 20000 Гц) и подавался в проводник определённой длины (волновод), посредством которого электроэнергия передавалась на приёмный резонансный трансформатор, понижающий напряжение до необходимой величины. Затем соответствующим преобразователем понижалась и частота, после чего переменный ток подавался потребителю или снова преобразовывался в постоянный ток. При этом использовался не обычный, а резонансный трансформатор Тесла, рассчитанный исходя из четверти или половины длины стоячей электромагнитной волны (см. рис. 1).

Резонансный метод передачи электрической энергии на повышенной частоте осуществляется по однопроводной полуволновой линии, состоящей из высоковольтной обмотки передающего и принимающего высокочастотных резонансных трансформаторов и высоковольтной линии, при этом длина однопроводной полуволновой линии оказывается равной половине длины стоячей волны напряжения и тока передаваемой электрической энергии.

Упрощённая схема экспериментальной установки Тесла представлена на рис. 2.

Схема состоит из электромашиного генератора постоянного тока r_1 , конденсатора C , разрядника P и повышающего трансформатора, начало вторичной (высоковольтной) обмотки которого заземлено, а конец является однопроводной линией. Но генератором постоянного

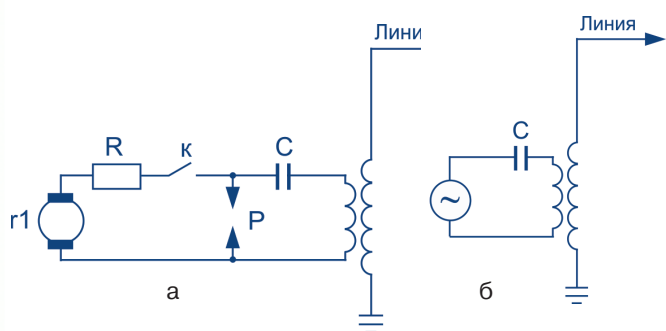


Рис. 2. Электрические схемы экспериментальных резонансных систем

тока нельзя создавать резонанс в контуре $C-L$ (первичная обмотка трансформатора), необходимо переменное напряжение высокой частоты. Для его получения Тесла ввёл в резонансный контур $C-L$ разрядник P . Сопротивление R предотвращает короткое замыкание генератора $r1$ на замкнутый разрядник P .

Установка (см. рис. 2а) работала следующим образом. После замыкания ключа K напряжение на конденсаторе C «медленно» (доли секунд) возрастало до определённой (критической) величины, после которой искровой промежуток разрядника P пробивался, и через образовавшуюся электрическую дугу конденсатор разряжался на первичную обмотку трансформатора. По истечении доли секунд у разрядника восстанавливался искровой промежуток и процесс повторялся: подъём напряжения на C , пробой P , разряд C на L , восстановление искрового промежутка P и т.д., т.е. в контуре создавался резонанс напряжений на резонансной частоте контура $f_0 = 1/\sqrt{CL}$. Установка с электрической схемой, представленной на рис. 2б, работала уже от генератора переменного тока. Здесь конденсатор, как и на рис. 2а, нужен для создания резонанса напряжения на первичной обмотке трансформатора.

Расчёт параметров резонансной системы. Резонансный режим передачи электрической энергии осуществляется, когда собственная резонансная частота низковольтной обмотки передающего высокочастотного резонансного трансформатора совместно с емкостью конденсатора, а также собственная резонансная частота низковольтной обмотки принимающего высокочастотного резонансного трансформатора совместно с емкостью конденсатора равны между собой и равны собственным резонансным частотам высоковольтных обмоток с распределенными параметрами с индуктивностью L_0 и собственной емкостью C_0 высокочастотных резонансных трансформаторов. Частота источника переменного тока повышенной и перестраиваемой частоты также настроена на резонансную частоту всех четырёх электрических контуров [8].

Электрический конденсатор ёмкостью C и низковольтная обмотка индуктивностью L повышающего и понижающего трансформатора образуют последовательный резонансный контур с резонансной частотой f_{01} и f_{04} :

$$f_{01} = f_{04} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Гц.}$$

Низковольтная обмотка возбуждает четвертьволновую резонансную высоковольтную обмотку повышающего трансформатора на ее резонансной частоте f_{02} и понижающего трансформатора на резонансной частоте f_{03} :

$$f_{02} = f_{03} = \frac{1}{4b\sqrt{L_0C_0}} \text{ Гц,}$$

где L_0 – погонная (распределенная) индуктивность четвертьволновой обмотки, Гн/м;

C_0 – погонная (распределенная) емкость четвертьволновой обмотки на землю, Ф/м;

b – длина резонансной четвертьволновой обмотки, м.

Резонансная частота f_{02} равна f_{01} .

Резонансные частоты всех четырёх контуров оказываются равными между собой $f_{01}=f_{02}=f_{03}=f_{04}$.

Питающий генератор повышенной и перестраиваемой частоты f_r настраивается на резонансную частоту системы передачи f_0 :

$$f_r = f_0, \\ f_r = f_0 = f_{01} = f_{02} = f_{03} = f_{04}.$$

Расчетная индуктивность резонансной однослойной катушки диаметром D и числом витков n :

$$L_p = \mu_0 \frac{\pi D^2 n^2}{4b} \cdot K(\psi),$$

где μ_0 – магнитная проницаемость катушки;

$K(\psi)$ – коэффициент, учитывающий размагничивающий эффект торцов катушки, $K(\psi) = 0,9-0,96$.

Погонная индуктивность резонансной катушки трансформатора Тесла равна:

$$L_0 = \frac{L}{b}.$$

Скорость перемещения электромагнитного возмущения вдоль резонансной катушки:

$$V_0 = \frac{4b}{T_0},$$

где V_0 – скорость фронта волны, м/с;

T_0 – период собственного резонансного колебания, $\frac{1}{f_0}$.

Таким образом:

$$V_0 = \frac{4b}{T_0} = 4b \cdot f_0.$$

Скорость V_0 связана с параметрами обмотки следующим образом:

$$V_0 = \frac{1}{\sqrt{L_0C_0}},$$

где C_0 – распределенная емкость резонансной катушки на землю, Ф.

По V_0 и L_0 можно определить C_0 :

$$C_0 = \frac{1}{V^2 L_0}.$$

Через L_0 и C_0 вычисляется характеристическое сопротивление Z_c :

$$Z_c = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}.$$

Угловая скорость ω_0 определяется по формуле $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0$.

Значение ω_0 представляет собой угловую скорость, которая вычислена по результату измеренной резонансной частоты f_0 на изготовленной резонансной катушке с конструктивными параметрами, приведенными выше (D , b , n , d). Передаваемая мощность пропорциональна частоте колебаний и квадрату напряжения в линии.

В волноводной однопроводниковой линии нет замкнутого контура, нет бегущих волн тока и напряжения, а есть стоячие (стационарные) волны реактивного емкостного тока и напряжения со сдвигом фаз 90° . За счет настройки резонансных режимов, выбора частоты тока в зависимости от длины линии можно создать в ней режим пучности напряжения и узла тока (например, для полуволновой линии). При этом из-за сдвига фаз между стоячими волнами реактивного тока и напряжения 90° и наличия узла тока в линии потери становятся незначительными в связи с отсутствием в ней замкнутых активных токов проводимости и незначительными величинами незамкнутого емкостного тока вблизи узлов стационарных волн тока.

В отличие от ЛЭП постоянного тока с преобразовательными подстанциями на высокой стороне трансформаторов в технологии Н. Тесла используются преобразователи частоты и инверторы на низкой стороне трансформаторов, что снижает их стоимость до уровня 100-200 дол. США за 1 кВт.

При этом на высоковольтной линии и концах высоковольтных обмоток, подключенных к линии, возникают пучность и узел потенциала. Волны тока и потенциала сдвинуты во времени и пространстве на одну четверть периода и одну четверть длины волны.

Результаты экспериментальных исследований.

В экспериментальной резонансной однопроводниковой системе передачи электрической энергии, установленной в экспериментальном зале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (ВИЭСХ),

Таблица 1. Результаты испытаний резонансной системы передачи электрической энергии мощностью 20 кВт

Электрическая мощность на нагрузке, кВт	20,52
Ток, А	54
Напряжение, В	380
Напряжение линии, кВ	6,8
Частота линии, кГц	1
Длина линии, км	1,2
Диаметр провода линии, мм	1



Рис. 3. Преобразователь частоты и резонансный контур передающего высокочастотного трансформатора

передавалась электрическая мощность 20 кВт при напряжении 6,8 кВ на расстояние 1,2 км по медному проводнику $\varnothing 1$ мм (табл. 1 и рис. 3) [8].

Выполненные под руководством академика Д.С. Стребкова работы теоретически и экспериментально доказали, что однопроводная линия с высокочастотным резонансным трансформатором Тесла в ее начале может передавать электроэнергию как переменным, так и выпрямленным током. Примером может служить однопроводная электрическая система электропитания смешанной нагрузки суммарной мощностью 20 кВт, построенная в Тюменской области (ООО «Сургутгазпром»), схема которой приведена на рис. 4 [9].

Система (см. рис. 4) состоит из: тиристорного преобразователя напряжения и частоты ПЧ мощностью 25 кВт с входными напряжением 380/220 В, частотой

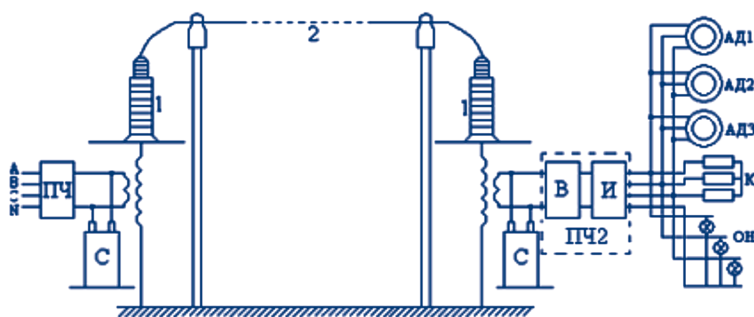


Рис. 4. Резонансная система электрической мощностью 20 кВт



50 Гц и выходными – 400 В, 2,5-7 кГц (на выходе ПЧ стоит батарея конденсаторов С); изоляторов 1; однопроводной линии электропередачи 2 в трёх вариантах с медными проводами сечением 1,13 мм², длиной от 6 м до 1,2 км, воздушными и проложенными в земле (напряжение на линии равнялось 6,8 кВ, частота – 3,4 кГц); ПЧ2, состоящего из выпрямителя В и инвертора И.

Смешанная нагрузка, состоящая из асинхронных двигателей мощностью 0,18-15 кВт, калорифера мощностью 12 кВт и осветительной нагрузки суммарной мощностью до 24 кВт, подключалась к системе в различных сочетаниях.

Обратим внимание на поз. 2, где для передачи электроэнергии мощностью 20 кВт использован медный провод сечением 1,13 мм² (Ø1,2 мм). Для передачи электроэнергии такой мощности напряжением 380/220 В, частотой 50 Гц потребуется трёхфазная система с четырьмя медными проводами сечением каждого по 4 мм² (Ø2,3 мм) или алюминиевыми – 6 мм² (Ø2,8 мм).

Таким образом, по результатам производственных испытаний было доказано, что однопроводная линия может передавать относительно большую мощность без значительных потерь на сопротивление линии, а значит, с помощью провода весьма малого сечения. Полученный результат означает, что электроэнергия передаётся на расстояние не по проводам, а вдоль них по воздуху со скоростью света (порядка 300 000 км/с).

Практическое значение такой системы электропередачи заключается в возможности снижения потребления меди и алюминия в проводах и кабелях в 10-15 раз, а значит существенного снижения стоимости системы в целом и др.

На основании представленных фактов можно реализовывать следующие практические задачи в АПК. Например, можно создавать системы автономного электроснабжения в отгонных пастбищах на Северном Кавказе, в частности в КБР, где в советские времена не только пасли скот и доили коров, но и полностью на месте перерабатывали молоко на сметану, сыр, масло и другие молочные продукты. Для этого там функционировали соответствующие специализированные предприятия. Животноводы на этих территориях жили по несколько месяцев. Для обеспечения их электроэнергией туда были протянуты многокилометровые линии электропередачи (10 кВ и 35 кВ). Если учесть, что затраты на сельские сети составляют порядка 70-80% общих затрат на электроснабжение сельского хозяйства, то ЛЭП-10, тем более ЛЭП-35, протянутые в отгонные пастбища, обходились весьма дорого. Сегодня на этих пастбищах также пасут коров и доят их, но молоко не перерабатывают на месте, так как вся инфраструктура разрушена, хотя остались некоторые ЛЭП-10 с весьма низкой электрической нагрузкой. Поэтому продукцию свозят на специализированные предприятия, достаточно удаленные от пастбищ. В настоящее время и в перспективе для таких удаленных территорий могут оказаться целесообразными автономные системы электроснабжения с солнечными фотоэлектрическими электростанциями [10, 11] и короткими однопроводными

линиями, которые обеспечат силовые (молочные сепараторы, различные бытовые приборы, в том числе для приготовления пищи и др.) и осветительные нагрузки. При этом для работы в пасмурные дни и ночное время их можно резервировать дизель-, газо- и электростанциями, работающими на дизельном топливе или газе, доставляемыми туда автотранспортом. Расходы топлива в них будут незначительными, поскольку они будут использоваться в основном кратковременно (ночью).

Выводы

1. Рассмотренные резонансные системы передачи электрической энергии по однопроводниковой линии с использованием резонансных контуров высокочастотных высоковольтных трансформаторов Тесла, электрические схемы распределения стационарных волн потенциалов и токов в полуволновой линии способствуют реализации сверхдальних линий передачи электроэнергии с низкими потерями (без использования технологий сверхпроводимости), увеличению пропускной способности линий и обеспечивают возможность замены воздушных линий на кабельные однопроводниковые волноводные линии (со снижением сечения токонесущей жилы в десятки раз).

2. Приведенные методы расчёта параметров резонансных контуров и результаты испытаний экспериментальных установок подтверждают практическую целесообразность применения однопроводниковых линий передачи и электрической энергии в Российской Федерации (в основном на удаленных труднодоступных территориях) для решения задач электроснабжения отдельных небольших предприятий и других объектов в промышленности, сельском хозяйстве и других областях народного хозяйства, о чем свидетельствует реализованная на практике однопроводная электрическая система электроснабжения смешанной нагрузки суммарной мощностью 20 кВт;

3. Однопроводная линия может передавать относительно большую мощность без значительных потерь на сопротивление линии, а значит через провода весьма малого сечения, а электрическая энергия передаётся на расстояние не по проводам, а вдоль них по воздуху со скоростью распространения электромагнитных волн в среде, почти со скоростью света (порядка 300 000 км/с).

4. В практических целях в настоящее время и в перспективе для удаленных сельских территорий, горной и предгорной местности вполне актуальны автономные системы электроснабжения с солнечными фотоэлектрическими электростанциями и короткими однопроводными линиями, которые обеспечат силовые и осветительные сетевые нагрузки.

Список

использованных источников

1. Будзко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. Электроснабжение сельского хозяйства. М.: Колос, 2000. 534 с.
2. Стребков Д.С., Шогенов Ю.Х. Развитие систем энергообеспечения, ресурсосбережения и возобновляемой энергетики

в агропромышленном комплексе // Техника и оборудование для села. 2017. № 8. С. 10-12.

3. Киреева Э.А., Цырук С.А. Электроснабжение жилых и общественных зданий. М.: Энергетик, Энергопрогресс, 2005. 95 с.

4. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг, 2007. 670 с.

5. Белоцерковский Г.Б. Антенны. М.: Оборонгиз, 1962. С. 31-48.

6. Tesla N. World System of wireless Transmission of Energy. Telegraph and Telephone Age, Oct, 16. 1927. Published in a book: Nikola Tesla. Selected works. Articles. Beograd, 1999. P. 280.

7. Tesla N. The wonder world to be created by electricity. Manufacturer's Record, Sept. 9. 1915. Published in a book: Nikola Tesla. Selected works. Articles. 1999, Beograd. PP. 377, 375.

8. Стребков Д.С., Некрасов А.Н. Резонансные методы получения, передачи и применения электроэнергии. М.: ФНАЦ ВИМ, 2018. 572 с.

9. Стребков Д.С., Некрасов А.И., Рощин О.А. Производственные испытания комплекта оборудования резонансной однопроводной электрической системы // Труды 4-й Междунар. науч.-техн. конф. М.: ГНУ ВИАЭСХ, 2004. Ч. 4: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. С. 122-128.

10. Шогенов А.Х., Стребков Д.С. Основы теории цепей: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. М.: Изд-во «Юрайт», 2016. 248 с.

11. Strebkov D.S., Shogenov A.Kh. Solar Photovoltaic Plants. Power Technology and Engineering 2018, V. 52. N 1. PP. 85-90.

Prospects for the development of single-wire power transmission

D.S. Strebkov, A.Kh. Shogenov,
Yu.Kh. Shogenov, M.V. Moiseev

Summary. *Resonant systems for the transmission of electrical energy through a single-conductor line using resonant circuits of high-frequency Tesla high-voltage transformers are considered. Electrical diagrams of the distribution of stationary waves of potentials and currents in a half-wave line are presented. The methods for calculating the parameters of the resonant circuits and the results of testing experimental installations are presented. The prospects and possible areas of application of single-conductor power transmission lines in agriculture are given.*

Keywords: *resonant system, stationary waves, single-conductor line, high-frequency transformer, power transmission.*

Информация

Информация об итогах XXI специализированной агропромышленной выставки «Агроуниверсал-2019»

В период с 13 по 15 марта 2019 г. ООО фирмой «АВА» под патронажем Торгово-промышленной палаты Российской Федерации и при организационной поддержке министерства энергетики, промышленности и связи Ставропольского края и Торгово-промышленной палаты Ставропольского края проведена XXI специализированная агропромышленная выставка «Агроуниверсал-2019».

В этом году в работе выставки приняли участие более 100 фирм, осуществляющих производство и поставку сельскохозяйственной и автомобильной техники, запасных частей, технологического оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности, средств защиты растений, удобрений, тары, упаковки и других ресурсов для агропромышленного комплекса. Представлены организации из Беларуси, Германии, Москвы, Санкт-Петербурга, Краснодарского края, Ростовской, Волгоградской, Смоленской, Московской, Челябинской, Калужской, Саратовской областей, Татарстана, Республики Крым, а также краевые организации сельхозмашиностроения и материально-технического обеспечения и др. На обозрение было выставлено более 140 ед. тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов, а также посевной, почвообрабатывающей и другой сельскохозяйственной техники как отечественного, так и зарубежного производства, в том числе более полутора десятков сельскохозяйственных машин и оборудования, произведенных в Ставропольском крае.

За время работы выставки её экспонаты осмотрели более 2500 посетителей. Кроме экспозиции сельскохозяйственных машин, техники и оборудования, в рамках программы выставки по широкой тематике состоялась традиционная и уже 15-я по счету научно-практическая конференция, организуемая и проводимая Ставропольским государственным аграрным университетом, «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». Более 70 участников из Казахстана, Германии, Москвы, Краснодарского края, Нижнего Новгорода, Нальчика, Ростова и Ставропольского края в течение двух дней заинтересованно обсуждали доклады

и выступления 11 докторов и 12 кандидатов сельскохозяйственных и технических наук, известных ученых и молодых исследователей.

Большой интерес представило заседание круглого стола «Технологические и конструкторские возможности организаций оборонно-промышленного комплекса Ставропольского края для предприятий сельхозмашиностроения Ставрополья и Юга России» под председательством президента ТПП Ставропольского края Б.А. Оболенца, президента НО «Союз машиностроителей Ставрополья» А.Д. Удовиченко и заместителя генерального директора по коммерческим вопросам ПАО «Нептун» Д.И. Денисова.

Площадка выставки вновь была востребована для сторонников биоземледелия. Краснодарские ученые под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.В. Котлярова провели круглый стол «Ресурсосберегающие, биологизированные, экологически малополасные агроприёмы в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур», в котором активное участие приняли земледельцы Предгорного, Андроповского и Георгиевского районов Ставрополья, представители Краснодарского края.

Заседание круглого стола по молодежной тематике «Социальное партнерство как гарантия прав молодёжи» традиционно организовал и провел комитет Ставропольской краевой организации независимых Профсоюзов работников агропромышленного комплекса Российской Федерации.

За время проведения выставки «Агроуниверсал-2019», по данным организаций-участников, было продано 34 ед. техники на сумму около 29 млн руб., достигнуты предварительные договорённости на поставку сельскохозяйственной техники, химических средств защиты растений и кормовых добавок в период подготовки к весенне-полевые работам, по предварительным оценкам, на сумму более 250 млн руб.

По итогам работы выставки «Агроуниверсал -2019» её участники были награждены дипломами Министерства энергетики, промышленности и связи Ставропольского края.

Следующую выставку «Агроуниверсал» планируется проводить в изменённом формате, в более ранние сроки, чтобы не отвлекать специалистов сельхозпредприятий от весенне-полевых работ, и при поддержке федеральных и краевых структур.

УДК 629.3.083.4

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-39-43

Методика разработки системы средств технологического оснащения для сервисных предприятий

И.Н. Кравченко,

д-р техн. наук, проф.,
kravchenko-in71@yandex.ru

В.М. Корнеев,

канд. техн. наук, проф.,
tsmio@rambler.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева);

А.В. Коломейченко,

д-р техн. наук, проф.,
kolom_sasha@inbox.ru
(ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ»);

Д.И. Петровский,

канд. техн. наук, доц.,
dm_petrovsky@mail.ru

Б.А. Богачев,

канд. техн. наук, проф.,
bogachev@mail.ru
(ФГБОУ ВО РГАУ –
МСХА имени К.А. Тимирязева)

Аннотация. Рассмотрены вопросы повышения эффективности сервисных предприятий АПК в условиях снижения уровня технической оснащенности на основе системного подхода к проектированию средств технологического оснащения (СТО) путем их модернизации и обоснования рационального состава и структуры по критериям ресурсосбережения. Предложен концептуальный подход к созданию системы СТО, включающий в себя представление основного материального объекта ремонтно-обслуживающего производства – СТО в виде их целостного многоуровневого иерархического множества, выполняющих соответствующие технологические функции (операции и процессы). Показано, что разработанная методика выбора средств технологического оснащения в системе технического сервиса базируется на сравнительной оценке технико-экономических показателей эффективности их применения.

Ключевые слова: средство технологического оснащения (СТО), ремонтно-обслуживающее производство АПК, сервисное предприятие, автоматизированная

система, модель проектирования, оценка эффективности.

Постановка проблемы

Ремонтно-обслуживающее производство в настоящее время эффективно развивается в следующих взаимосвязанных направлениях [1-3]:

- совершенствование технологического технического обслуживания и ремонта;
- использование инновационных методов организации технического сервиса;
- проектирование прогрессивных и модернизация существующих средств технологического оснащения (СТО).

Оснащение сервисных предприятий АПК прогрессивными средствами является важнейшим условием повышения качества обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.

Применительно к ремонтно-обслуживающему производству система средств технологического оснащения (ССТО) представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов, образующих определенное целостное единство и подчиненных основной цели – экономически обоснованному техническому оснащению сервисных предприятий. При этом целостность системы не сводится к механической сумме свойств ее элементов, а обуславливается сложностью строения, наличием уровней организации, нахождением уровней в причинных, функциональных и структурных взаимосвязях [4-6]. В свою очередь структура системы СТО для ремонтно-обслуживающего производства АПК предполагает определенную устойчивость пространственно-временных связей между ее элементами [7, 8].

Цель исследований – обоснование модели проектирования и ме-

тодики разработки системы средств технологического оснащения для ремонтно-обслуживающего производства АПК.

Материалы и методы исследования

Исследовалась система технологической подготовки производства для повышения эффективности сервисных предприятий в условиях снижения уровня технической оснащенности ремонтно-обслуживающего производства АПК.

Исследования проводились с использованием системного подхода на основе сравнительного и информационно-аналитического методов.

Результаты исследований и их обсуждение

Система СТО характеризуется параметрами входа, выхода, ограничений и управления. При этом основными показателями входа являются: поток требований на техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, распределение потока по видам ремонтно-обслуживающих воздействий и маркам машин (агрегатов, деталей); структура ремонтно-обслуживающих предприятий различной специализации и производственной мощности, взаимодействующих между собой посредством кооперирования. Выходящий из системы поток характеризуется номенклатурой СТО, их техническим уровнем и стоимостью. Ограничениями, накладываемыми на процесс проектирования СТО, являются параметры их конструкций, удельные эксплуатационные затраты и критерий «цена – качество».

Систему СТО можно определить как объект, функционирующий во

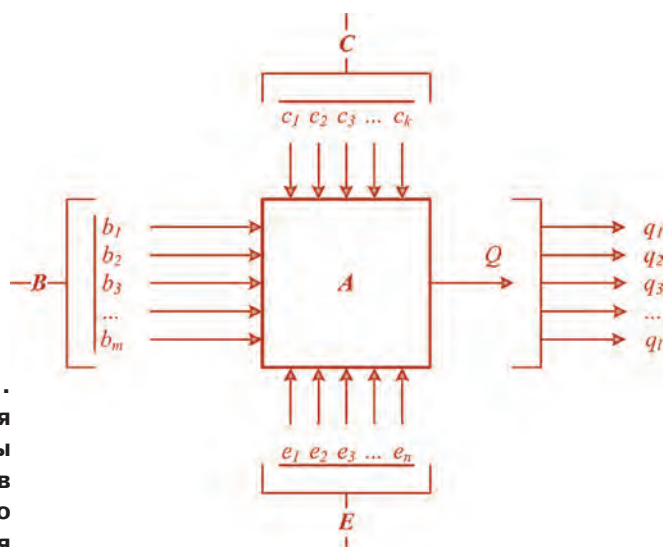


Рис. 1.
Информационная
модель системы
средств
технологического
оснащения



Рис. 2. Укрупненная модель функционирования системы СТО

взаимосвязи с различными эксплуатационными факторами и имеющий свои определенные закономерности изменения. При этом процесс проектирования системы СТО можно рассматривать как многопараметрическую модель (рис. 1), в которой вход, представленный m -мерным вектором $B(b_1, b_2, b_3, \dots, b_m)$, является неуправляемым.

Составляющие вектора B характеризуют номенклатуру объектов TOP, виды ремонтно-обслуживающих воздействий, структуру ремонтно-обслуживающей базы АПК, от которых зависят объемы услуг по техническо-

му сервису, производительность технических средств, а следовательно, их состав, структура и режим использования, обеспечивающие заданное качество выполнения технологических процессов.

Составляющие k -мерного вектора ограничений $C(c_1, c_2, \dots, c_k)$ можно в какой-то мере корректировать. К ним относятся показатели назначения средств, характеризующие их производительность, мощность, массу, габаритные размеры, показатели надежности и безопасности, эргономические и эстетические показатели, экономические показатели, характе-

ризующие затраты на изготовление и эксплуатацию средств технологического оснащения.

Управляющими факторами в модели выступают составляющие n -мерного вектора $E(e_1, e_2, \dots, e_n)$: достижения научно-технического прогресса (инновационные энерго- и ресурсосберегающие технологии, развитие электроники и т.д.); развитие унификации, направленное на сокращение сроков создания и освоения новых средств, снижение затрат на их проектирование и изготовление, повышение серийности производства за счет применения типовых и стандартных решений; реализация типовых проектов модернизации существующих средств, позволяющих путем конструктивного улучшения отдельных узлов и деталей повышать их технический уровень.

Значение выходного l -мерного вектора $Q(q_1, q_2, \dots, q_l)$ (номенклатура и технический уровень СТО) определенным образом зависит от состояния трех векторных аргументов:

$$Q = A\{E, B, C\}, \quad (1)$$

где A – оператор преобразования трех векторных аргументов (метод проектирования СТО), определяющий обобщенный показатель качества системы или критерий её оптимальности.

Таким образом, задача оптимизации заключается в максимизации показателя качества Q путем соответствующего выбора вектора управляемых параметров E , удовлетворяющих наложенным ограничениям C .

В целом можно утверждать, что качество системы СТО и ее функционирование в соответствии с установленными требованиями достигаются при соблюдении следующего условия [8]: фактическая обобщенная оценка качества системы средств технологического оснащения Q_{ϕ} и совокупность дополнительных оценочных показателей q_i^{ϕ} должны быть больше или равны значениям регламентируемого уровня качества.

На рис. 2 представлена укрупненная схема модели разработки системы СТО.

Основные требования, которые формирует система TOP к системе СТО в части потребности в средствах определенного функционального назначения:

1. *Виды и марки машин для механизации производственных процессов в АПК.* Ремонтно-обслуживающим воздействиям подвергается большое количество основных марок машин, в том числе тракторы, автомобили, самоходные зерно- и кормоуборочные комбайны нескольких десятков марок.

2. *Типы и разновидности сервисных предприятий.* В сельскохозяйственных предприятиях производственная база технического сервиса – это пункт технического обслуживания, площадки для хранения техники, центральная ремонтная мастерская, машинный двор, автогараж и т.д. На федеральном уровне функционируют специализированные ремонтные предприятия (мотороремонтные, авторемонтные, агрегаторемонтные и др.) с различными программами ремонтно-обслуживающих работ [9, 10].



Системный подход к проблеме создания средств технологического оснащения ремонтно-обслуживающего производства АПК предполагает:

- целостное рассмотрение множества элементов «исполнитель – средства – объект ТОР», их функций, связей и отношений друг с другом и

с элементами внешней среды, подчиненное цели технологической готовности производства;

- выявление системного эффекта в виде разности затрат на создание комплекса единичных видов средств, с одной стороны, и создание системы их упорядоченного множества – с другой;

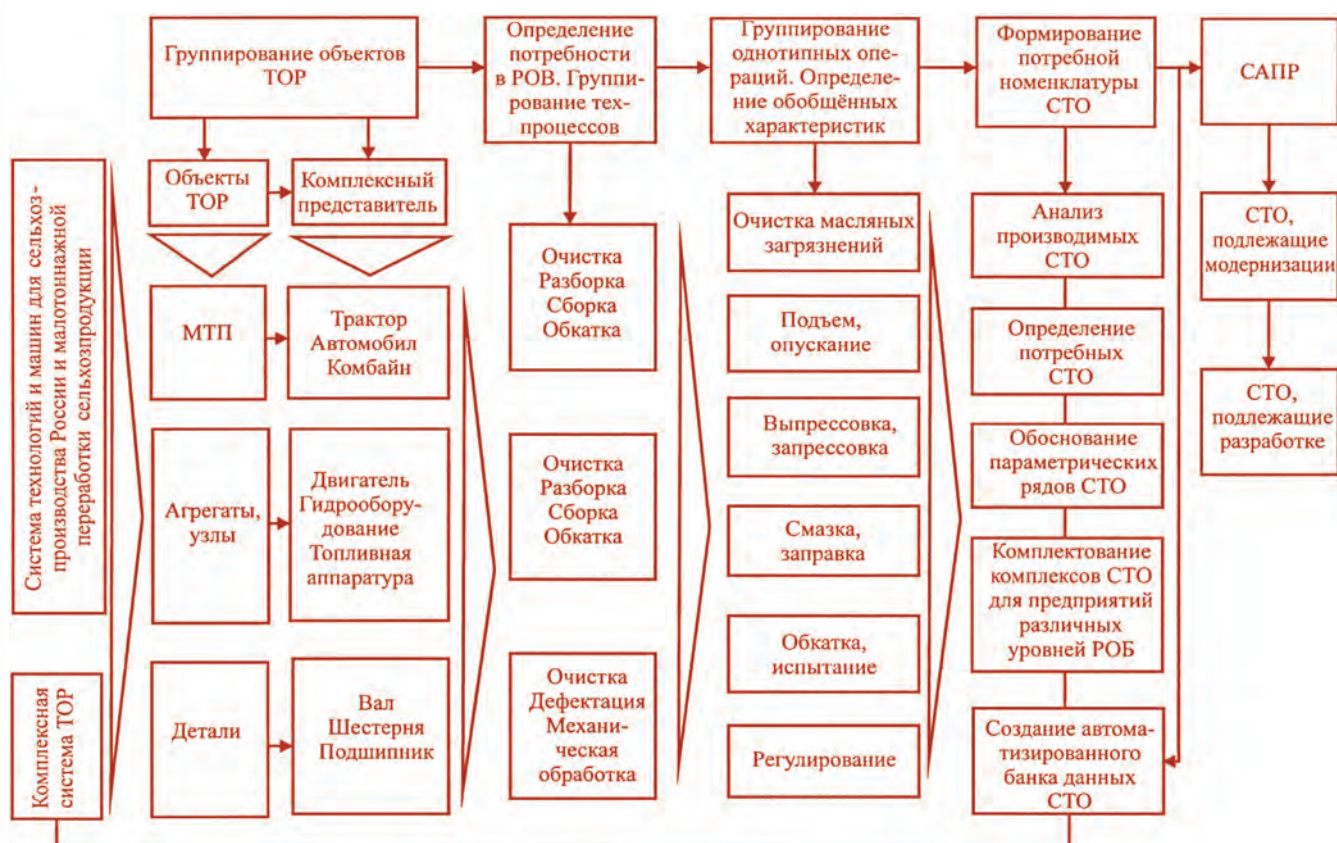


Рис. 3. Принципиальная блок-схема разработки системы СТО

● наличие обратной связи как выяснение разницы в стоимостном выражении между входами и выходами системы для принятия решений.

Такой подход обеспечивает разработку системы СТО, оптимальной с позиций принятых критериев и минимальной трудоемкости проектирования. Проектирование СТО по приведенной схеме обеспечивает непрерывный технико-экономический анализ разработки путем соизмерения результата с соответствующими затратами и не допускает неэффективные решения на последующих этапах проектирования. Предложенный концептуальный подход к созданию системы СТО включает в себя представление основного материального объекта ремонтно-обслуживающего производства – СТО в виде их целостного многоуровневого иерархического множества, выполняющего соответствующие технологические функции (операции и процессы).

Основные принципы и этапы исследований при разработке системы СТО отражены на рис. 3, где в верхней части по горизонтали представлены этапы выполнения работ, а в нижней части по вертикали – объекты исследований.

Признаком группирования машин является их функциональное назначение в сельскохозяйственном производстве (тракторы, автомобили, комбайны и т.д.), агрегатов – общность их конструктивных и технологических признаков в системах машин (двигатели, гидрооборудование, топливная аппаратура и др.), деталей – их конструктивное подобие (вал, шестерня, подшипник и т.п.). Группирование технологических процессов осуществляется на основе общности их функций (очистка, разборка, дефектация и т.д.).

Количественная оценка $I_{м.у.}$ технического уровня СТО может быть осуществлена с использованием обобщающего интегрального показателя качества, определяемого как произведение частных индексов по формуле:

$$I_{м.у.} = I_n \cdot I_n \cdot I_r \cdot I_m \cdot I_e, \quad (2)$$

где I_n – индекс, показывающий, во сколько раз у предпочтительного



Рис. 4. Структура автоматизированной информационно-поисковой системы для обеспечения управления реализацией СТО

средства выше надежность по сравнению с базовым аналогом;

I_n – то же применительно к производительности средства;

I_r – то же применительно к точности средства;

I_m – индекс, показывающий, во сколько раз потребляемая базовым аналогом мощность больше, чем у предпочтительного средства;

I_e – то же применительно к габаритным размерам средства.

Результатом выполненных исследований является формирование системы средств технологического оснащения, включающей в себя требуемую номенклатуру средств для TOP техники.

Завершающим этапом работы является разработка автоматизированной информационно-поисковой системы по средствам технологического оснащения, структура которой представлена на рис. 4.

Информационная система строится на базе данных по СТО и предназначена для автоматизированного ввода, обработки, хранения, поиска и оперативной выдачи информации путем формирования запросов в диалоговом и программном режимах. Данная автоматизированная система обеспечивает повышение качества проектных работ, технического уровня разрабатываемых средств и сокращение сроков технологической подготовки сервисных предприятий.

Программное обеспечение автоматизированной информационно-поисковой системы базируется на

реляционной системе управления базами данных и содержит общие сведения о средствах технологического оснащения (наименование и обозначение, код отраслевого классификатора), классификационные показатели (шифр в системе СТО, группа и подгруппа средств, перечень выполняемых операций, объект технологического воздействия), данные о разработчиках и изготовителях, технические характеристики СТО.

Поиск и выдача информации о средствах технологического оснащения производятся по следующим запросам: обозначение СТО, разработчик и изготовитель СТО, марка и вид объекта TOP (тракторы, автомобили, комбайны и т.д.), код сборочной единицы (двигатель, топливная аппаратура, гидроагрегаты и т.д.), наименование технологической операции (очистка, диагностирование, обкатка и т.д.), комплексное оснащение сервисных предприятий. При этом организационная структура программного обеспечения может периодически обновляться на принципах централизованного ведения базы данных и децентрализованных способов предоставления информационных услуг.

Выводы

1. По результатам исследования объектов технического обслуживания и ремонта, технологических процессов и основных производственных фондов сервисных предприятий обоснованы модель проектирова-

ния и методика разработки системы средств технологического оснащения для ремонтно-обслуживающего производства АПК.

2. Эффективность применения того или иного комплекса средств технологического оснащения на сервисных предприятиях различного уровня должна базироваться на экономической целесообразности распределения между ними видов ремонтно-обслуживающих работ с учетом минимизации потерь от простоев машин и издержек, связанных с использованием средств, а также приведенных затрат на выполнение всего объема работ. В качестве обобщенного показателя для сравнительной оценки эффективности применения средств технологического оснащения рекомендуется использовать условную стоимость, отражающую их недогрузку.

Список

использованных источников

1. Корнеев В.М., Кравченко И.Н., Овчинникова М.С. Развитие системы технического сервиса машин в агропромышленном комплексе // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2017. № 6. С. 5-9.
2. Корнеев В.М., Кравченко И.Н., Овчинникова М.С. Создание и организация системы фирменного технического сервиса сельскохозяйственных машин // Вестник

ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2017. № 3. С. 49-54.

3. Кравченко И.Н., Петровский Д.И. Анализ технического сервиса машин и оборудования в агропромышленном комплексе // Доклады ТСХА. 2017. Вып. 288. В 4-х ч. Ч. IV. С. 283-286.

4. Пучин Е.А., Дидманидзе О.Н., Корнеев В.М. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК. М.: УМЦ Триада, 2004. 100 с.

5. Кравченко И.Н., Корнеев В.М., Петровский Д.И., Катаев Ю.В. Технологическая подготовка предприятий технического сервиса. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 188 с.

6. Корнеев В.М., Кравченко И.Н., Гамидов А.Г. Логистические процессы в техническом сервисе. М.: УМЦ «Триада», 2018. 160 с.

7. Технологические процессы в техническом сервисе машин и оборудования // И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, А.В. Коломейченко [и др.]. М.: ИНФРА-М, 2017. 346 с.

8. Петровский Д.И. Создание системы технологической подготовки предприятий технического сервиса в АПК // Сб. матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул: ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2018: Аграрная наука – сельскому хозяйству. С. 191-192.

9. Проектирование предприятий технического сервиса // И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, В.М. Корнеев [и др.]. Под ред. И.Н. Кравченко. СПб: Изд-во Лань, 2015. 352 с.

10. Технологическая подготовка предприятий технического сервиса // В.М. Корнеев, И.Н. Кравченко, Д.И. Петровский [и др.]. М.: ИНФРА-М, 2019. 244 с.

Method for Developing a System of Process Equipment for Maintenance Enterprises

I.N. Kravchenko, V.M. Korneev, A.V. Kolomeichenko, D.I. Petrovsky, B.A. Bogachev

Summary. The issues of improving the efficiency of agribusiness maintenance enterprises under the conditions of reducing the level of engineering equipment based on a systematic approach to the design of process equipment through modernizing them and justifying rational composition and structure according to resource saving criteria are discussed. A conceptual approach to the creation of a process equipment system, which includes the representation of the main material object of the repair and maintenance production – process equipment – in the form of its integral multilevel hierarchical set that performs corresponding technological functions (operation steps and processes) is proposed. It is shown that the developed method for the selection of process equipment in the maintenance system is based on a comparative assessment of their performances.

Keywords: process equipment, agribusiness repair and maintenance production, maintenance company, automated system, design model, performance evaluation.

Уважаемые коллеги!

ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ» ПРИГЛАШАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ в работе XI Международной научно-практической Интернет-конференции «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК»

(ИнформАгро-2019), которая состоится 5-7 июня 2019 г.

В работе конференции предусмотрены секции:

1. Научно-информационное обеспечение создания и внедрения конкурентоспособных технологий по реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (результаты реализации подпрограмм ФНТП).
2. Развитие приоритетных подотраслей АПК: опыт и перспективы (инновационные достижения в растениеводстве, органическом сельском хозяйстве, животноводстве, пищевой и перерабатывающей промышленности, передовой опыт в АПК, конкурентоспособность и импортозамещение, экспортный потенциал и др.).
3. Цифровые технологии в сельскохозяйственном производстве, научной, образовательной и управленческой деятельности (цифровизация в сельском хозяйстве,

технологии сбора, обработки, формирования и использования информационных ресурсов, точное земледелие, геоинформационные технологии и др.).

4. Инновационные технологии и технические средства для АПК (инновационные технологические разработки, машины и оборудование для производства и переработки сельскохозяйственной продукции, технического сервиса и др.).

Электронный сборник материалов по итогам работы конференции будет включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Более подробная информация размещена на сайте <https://rosinformagrotech.ru>

Телефоны для справок: (495) 993-44-04, 993-42-92

E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru; inform-iko@mail.ru



УДК 338.436.33:334.7

DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-44-48

О государственной поддержке развития малых форм хозяйствования в региональном агропромышленном комплексе

В.А. Комаров,

д-р техн. наук, проф.,
komarov.v.a2010@mail.ru

И.В. Якушев,

магистрант,
maselaar@gmail.com

(Национальный исследовательский
Мордовский государственный
университет)

Аннотация. Приведены результаты исследований развития малых форм хозяйствования с использованием ведомственных целевых программ. Показаны объемы мероприятий по поддержке начинающих фермеров, семейных животноводческих ферм и кооперативов на примере Республики Мордовия за период 2012-2018 гг. Представлены данные о показателях хозяйственной деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств и семейных сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: фермерское хозяйство, семейная ферма, кооператив, целевая программа, государственная поддержка, эффективность.

Постановка проблемы

Фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели появились в России в 1992 г. В настоящее время основной проблемой деятельности фермерских хозяйств является повышение производительности и эффективности их производства [1-3].

В Республике Мордовия (РМ) не решена проблема повышения эффективности работы начинающих фермерских хозяйств (К(Ф)Х), семейных животноводческих ферм и сельскохозяйственных производственных кооперативов, ее решением может стать оптимизация масштабов и состава производства, а также рационализация применения

ресурсных возможностей. Актуальность данной проблемы определяется рядом факторов, влияющих на дальнейшее эффективное развитие, прежде всего, высокой стоимостью материально-технических ресурсов, недостаточным количеством высококвалифицированных специалистов и др. [4-7]. Улучшение экономической деятельности малых форм хозяйствования и их приспособленность к высокой конкуренции на рынке продовольственной продукции являются объективным условием их существования. Поэтому с целью их дальнейшего развития необходимо государственное субсидирование.

Порядок предоставления и распределения субсидий из бюджета Российской Федерации на достижение целевых параметров региональных программ развития АПК субъекта РФ устанавливается правилами [8, 9]. Субсидии предоставляются в целях софинансирования обязательств регионов РФ, связанных с использованием региональных программ, в виде предоставления средств из бюджетов регионов РФ сельскохозяйственным производителям, осуществляющим первичную переработку продукции, и кооперативам в целях получения субсидий из бюджета регионов РФ местным бюджетам для использования муниципальных программ развития АПК на возмещение части издержек [10, 11].

Цели и задачи программ развития малых форм хозяйствования должны обеспечивать повышение параметров проектов и внутриведомственных целевых программ, входящих в перечень Государственной программы [8]. Данные задачи решаются, в том числе, с помощью грантов на поддержку начинающего фермера, на развитие се-

мейной животноводческой фермы, на развитие материально-технической базы кооперативов.

Цель исследований – анализ и оценка характера и эффективности ведомственных целевых программ развития малых форм хозяйствования в региональном агропромышленном комплексе.

Материалы и методы исследования

Исследовались Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы и внесенные в неё изменения, порядок предоставления и распределения субсидий из бюджета Российской Федерации на достижение целевых параметров региональных программ развития АПК субъектов Российской Федерации, виды государственной поддержки малых форм хозяйствования в Республике Мордовия, ведомственные целевые программы «Поддержка начинающих фермеров» и «Поддержка создания, расширения или модернизации материально-технической базы сельскохозяйственных потребительских кооперативов», статистические данные по развитию сельскохозяйственного комплекса Республики Мордовия.

В работе нашли применение методы сравнительного, факторного и логического анализа для выявления отличий и их влияния на результат, идеализации и мысленного моделирования для представления степени влияния предлагаемых изменений на полноту статистических данных, комплексного структурно-динамического анализа и другие методы экономической теории.

Результаты исследований и обсуждение

Участие в программе финансирования начинающих фермеров позволяет получить грантовую поддержку в сумме не более 90 % от затрат на развитие фермерского хозяйства (до 3 млн руб. – для увеличения поголовья крупного рогатого скота; до 1,5 млн руб. – на другие направления хозяйственной деятельности) [8-11].

При этом средства гранта согласно источнику [8] могут быть потрачены на приобретение земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения, разработку проектной документации для строительства (реконструкции) производственных и складских корпусов, строительство, реконструкцию или приобретение производственных и складских помещений, строительство дорог и подъездов к производственным и складским помещениям; подключение производственных и складских помещений к инженерным сетям электро-, водо-, газо-, и теплоснабжения, приобретение сельскохозяйственных животных, сельскохозяйственной техники и механизмов, грузового автомобильного транспорта; приобретение оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции, семян и посадочного материала для закладки многолетних насаждений.

Участие в программе развития семейных животноводческих ферм на основе начинающих фермеров позволяет получить гранты в сумме не более 60 % от суммы затрат на развитие семейных животноводческих ферм на базе фермерских хозяйств. Максимальная сумма гранта состав-

ляет: 30 млн руб. – для увеличения поголовья крупного рогатого скота; 21,6 млн руб. – на другие направления хозяйственной деятельности [8-11].

При этом средства гранта согласно постановлению [8] расходуются в процессе: разработки проектной документации строительных объектов, реконструкции или модернизации семейных животноводческих ферм; строительства, реконструкции или модернизации семейных животноводческих ферм; строительства, реконструкции или модернизации производственных корпусов, связанных с переработкой продукции животноводства; комплектации семейных животноводческих ферм и корпусов, связанных с переработкой продукции животноводства, технологическим оборудованием и механизмами, а также их установки и наладки; покупки сельскохозяйственных животных. Однако на средства гранта по данной целевой программе не предусмотрено приобретение сельскохозяйственной техники.

Участие в программе создания, расширения или модернизации материально-технической базы кооперативов позволяет получить грантовую поддержку в сумме не более 60 % от затрат на развитие материально-технической базы. Максимальная сумма гранта – 70 млн руб. [8-11].

При этом средства гранта согласно постановлению [8] расходуются в процессе: строительства, реконструкции или модернизации производственных корпусов, связанных с заготовкой, хранением, подработкой, переработкой, сортировкой, убоем, первичной переработкой и подготовкой к реализации

продукции производства; приобретения и монтажа технологического оборудования и механизмов для производственных корпусов, связанных с заготовкой, хранением, подработкой, переработкой, сортировкой, убоем, первичной переработкой, охлаждением, подготовкой к реализации, погрузкой, разгрузкой продукции, а также продуктами переработки; оснащения лабораторий, осуществляющих производственный контроль качества и безопасности производимой сельскохозяйственной продукции и проведение государственных ветеринарно-санитарных экспертиз; приобретения специализированных транспортных средств, обеспечивающих сохранность в процессе перевозки и продажи продукции; уплаты части взноса (не более 8 % от общей стоимости предмета лизинга) по договору лизинга технологического оборудования и механизмов, осуществляющих заготовку, хранение, подработку, переработку, сортировку, убой, первичную переработку, подготовку к реализации, погрузку, разгрузку и транспортировку продукции. Перечень данного оборудования и механизмов утверждается Министерством сельского хозяйства Российской Федерации.

Анализ данных источника [12] и проведенные исследования показали, что с целью поддержки малых форм хозяйствования, например в РМ, за период 2012-2018 гг. привлечено средств грантов на реализацию мероприятий по поддержке малых форм хозяйствования на сумму 898 млн руб. В табл. 1 представлены сведения по поддержке начинающих фермеров в РМ с учетом различ-

Таблица 1. Показатели финансирования мероприятий по поддержке начинающих фермеров в 2012-2018 гг.

Год реализации программы	Фактическое количество грантов, ед.	Итого привлечено средств, млн руб.	Сумма гранта, млн руб.			Собственные средства, млн руб.
			всего	средства федерального бюджета	средства бюджета РМ	
2012	122	154,051	138,138	113,964	24,174	15,913
2013	57	50,867	45,307	38,511	6,796	5,560
2014	57	52,360	46,874	31,874	15,000	5,486
2015	26	27,474	24,527	19,057	5,470	2,947
2016	25	33,992	30,228	26,087	4,141	3,764
2017	19	31,055	27,672	26,288	1,384	3,383
2018	19	36,606	32,500	26,000	6,500	4,106
Итого	325	386,405	345,246	281,781	63,465	41,159

ных средств (федеральный бюджет, бюджет РМ и собственные средства фермерских хозяйств) в период 2012-2018 гг. Из табл. 1 видно, что наибольшие объемы финансирования целевой программы развития фермерских хозяйств осуществлялись с 2012 по 2014 г. При этом средства федерального бюджета составляли в среднем 72,9 %, республиканского – 16,4, средства начинающих К(Ф)Х – 10,7 %.

Однако наибольшие размеры грантов (рис. 1), предоставленных крестьянским (фермерским) хозяйствам, выявлены в 2018 г. (в среднем 1 711 тыс. руб.), наименьшие – в 2013 г. (в среднем 795 тыс. руб.). Средний размер гранта для начинающих фермеров за период 2012-2018 гг. составил 1 153 тыс. руб.

Виды хозяйственной деятельности начинающих К(Ф)Х осуществлялись по 16 направлениям. Однако, как видно из табл. 2, финансовая поддержка начинающих К(Ф)Х по различным направлениям очень неравномерна. Так, более 75 % средств из различных бюджетов было направлено на мероприятия, связанные с развитием молочного и мясного животноводства. В то время как на направления, обеспечивающие выращивание и глубокую переработку данной продукции (кормопроизводство, переработка мяса и переработка (общее)), – 1,44 %. На 10 направлений из общего числа направлений хозяйственной деятельности начинающих К(Ф)Х

Таблица 2. Направления деятельности начинающих К(Ф)Х и суммы грантов, полученных по данным направлениям в 2012-2018 гг.

№ п/п	Количество начинающих К(Ф)Х	Вид деятельности	Полученная сумма гранта, тыс. руб.	Доля гранта от общей суммы, %
1	115	Мясное животноводство	126 046,03	36,51
2	108	Молочное и мясное животноводство	135 596,50	39,27
3	27	Овцеводство	22 355,27	6,47
4	19	Пчеловодство	16 234,40	4,70
5	16	Птицеводство	11 810	3,42
6	8	Овощеводство	7 179,00	2,08
7	7	Рыбоводство	4 185	1,21
8	7	Растениеводство	6 127,50	1,77
9	5	Коневодство	3 360,00	0,97
10	3	Многолетние насаждения (малина, смородина, яблони и груши)	3 401,80	0,98
11	2	Выращивание грибов	1 600	0,46
12	2	Переработка мяса	2 335	0,68
13	2	Кролиководство	1 590	0,46
14	1	Свиноводство	800	0,23
15	1	Кормопроизводство	1 500	0,43
16	2	Переработка (общее)	1 125,40	0,33
	325	Итого	345 245,90	100

(16 направлений) потрачено всего 9,63 % от общей суммы грантов.

Несмотря на это, реализация ведомственной целевой программы «Поддержка начинающих фермеров» позволила добиться неплохих результатов. В начинающих К(Ф)Х в настоящее время эксплуатируется: 280 ед. тракторов различных модификаций

(150 ед. приобретено на средства грантов); 60 ед. зерно- и кормоуборочных комбайнов (36 ед. приобретено на средства грантов); 480 ед. технологических агрегатов (352 ед. приобретено на средства грантов). Построено и реконструировано 155 ферм и убойных пунктов. Дополнительно создано 597 рабочих мест.

В К(Ф)Х получателей грантов содержится: 7 200 голов крупного рогатого скота, в том числе 1 820 коров; 4 800 голов овец; 64 581 голова птицы; 1 520 голов кроликов; 140 голов лошадей; 1 775 пчелосемей. Объемы реализации сельскохозяйственной продукции начинающими К(Ф)Х составили: в 2017 г. – 275 млн руб., 2018 г. – 298 млн руб.

Муниципальные программы развития использовались и в отношении семейных животноводческих ферм. В табл. 3 представлены сведения по поддержке семейных животноводческих ферм в РМ с учетом различных средств (федеральный бюджет, бюджет РМ и собственные средства семейных животноводческих ферм) в период 2012-2018 гг.



Рис. 1. Размеры грантов, предоставленных начинающим фермерам в Республике Мордовия в 2012-2018 гг., тыс. руб.

Из табл. 3 видно, что наибольшие объемы финансирования целевой программы развития семейных ферм осуществлялись в 2012-2014 гг. При этом средства федерального бюджета в среднем составляли 40,1 %, республиканского – 19,5, частные инвестиции в семейные животноводческие фермы – 49,2 %.

Наибольшие размеры грантов (рис. 2) для семейных животноводческих ферм выявлены в 2012 г. (в среднем 9 505 тыс. руб.), наименьшие – в 2016 г. (в среднем 5 255 тыс. руб.). Средний размер гранта, предоставленного семейным фермам за период 2012-2018 гг., составил 6 640 тыс. руб.

Реализация ведомственной целевой программы «Поддержка семейных животноводческих ферм» позволила добиться качественных результатов. Построено в рамках реализации мероприятия по развитию семейных ферм за период с 2012-2018 гг.: ферм молочного направления – 34; мясного направления – 16; свиноферм – 2; конеферм – 3; птицеферм – 4; хозяйств по разведению рыбы – 2; кролиководческих ферм – 1. Дополнительно создано 165 рабочих мест.

На семейных фермах получателей грантов в настоящее время содержится: 6 950 голов крупного рогатого скота, в том числе 2 960 коров; 1 000 голов овец; 14 118 голов птицы; 2 500 голов кроликов; 145 голов лошадей.

Муниципальные целевые программы использовались также для развития сельскохозяйственных производственных кооперативов. В табл. 4 представлены сведения по поддержке кооперативов в РМ с учетом различных средств (федеральный бюджет, бюджет РМ и собственные средства кооперативов) в период 2015-2018 гг.

Из табл. 4 видно, что наибольшие объемы финансирования целевой программы создания, расширения или модернизации материально-технической базы кооперативов осуществлялись в 2016 г. При этом средства федерального бюджета в среднем составляли 50,3 %, республиканского – 9,1, внебюджетные источники – 40,6 %.

Таблица 3. Показатели финансирования программы по развитию семейных животноводческих ферм на базе фермерских хозяйств в период 2012-2018 гг.

Год реализации программы	Целевой индикатор (количество грантов), шт.		Итого привлечено средств, млн руб.	Сумма гранта, млн руб.			Собственные средства, млн руб.
	план	факт		всего	средства федерального бюджета	средства бюджета РМ	
2012	25	26	414,329	247,135	163,109	84,026	167,194
2013	10	13	137,194	82,131	55,849	26,282	55,063
2014	7	11	108,695	65,217	35,217	30,000	43,478
2015	3	4	42,730	25,632	19,912	5,720	17,098
2016	3	4	35,144	21,020	18,140	2,880	14,124
2017	3	4	48,114	27,273	20,050	7,223	20,841
2018	3	4	41,674	25,000	20,000	5,000	16,674
Итого	51	66	827,880	493,408	332,277	161,131	334,472



Рис. 2. Размеры грантов на развитие семейных ферм в Республике Мордовия в 2012-2018 гг., тыс. руб.

Таблица 4. Показатели финансирования мероприятий по поддержке материально-технической базы кооперативов за период 2015-2018 гг., млн руб.

Годы реализации	Бюджетные средства финансирования			Внебюджетные источники	Общая сумма привлеченных средств
	всего	в том числе			
		федеральные	республиканские		
2015	13,4	10,4	3,0	9,1	22,5
2016	22,6	19,5	3,1	15,1	37,7
2017	10,8	10,3	0,5	7,4	18,2
2018	12,5	10,0	2,5	8,9	21,4
Итого	59.3	50.2	9.1	40.5	99.8

Реализация ведомственной целевой программы «Поддержка создания, расширения или модернизации материально-технической базы сельскохозяйственных потребительских кооперативов» позволила добиться следующих результатов: приобретено оборудование для четырех цехов по переработке мяса общей мощностью до 3 т в сутки и оборудование для двух цехов по переработке молока мощностью до 15 т в сутки. Дополнительно создано 64 рабочих места. Выручка от реализации сельскохозяйственной продукции кооперативов за 2018 г. составила 761 млн руб.

Выводы

1. Применение государственной поддержки малых форм хозяйствования в РМ показало эффективность мероприятий по целевым программам развития начинающих К(Ф)Х, семейных животноводческих ферм и кооперативов [12]. Создано большое количество новых подразделений по производству и первичной переработке продукции животноводства. Это привело к значительному увеличению объемов реализации сельскохозяйственной продукции (начинающими фермерами в 2018 г. по сравнению с 2017 г. на 8,4 %), созданию новых рабочих мест (начинающие К(Ф)Х – 597, семейные животноводческие фермы – 165, кооперативы – 64 рабочих мест). Общий объем реализации сельскохозяйственной продукции начинающими К(Ф)Х и кооперативами, использующими государственную поддержку, составил в 2018 г. 1059 млн руб.

2. Выявлена неравномерность использования целевых программ развития малых форм хозяйствования как по направлениям деятельности начинающих фермерских хозяйств, так и по годам периода финансирования (2012–2018 гг.). При этом доли финансовых средств, выделяемые на различные направления деятельности начинающих К(Ф)Х, отличались более чем в 170 раз (молочное и мясное животноводство – 39,27 %, свиноводство – 0,23 %). Показатели поддержки по различным целевым программам развития в зависимо-

сти от года финансирования (2012–2018 гг.) различались в 2–12 раз, средние размеры грантов на поддержку начинающих К(Ф)Х и семейных животноводческих хозяйств – в 1,8–2,1 раза (2012–2018 гг.).

Список

использованных источников

1. Новикова Н.Ю. Зарубежный опыт развития малых форм хозяйствования АПК // Наука и мир. 2015. Т. 2. № 9. С. 147–149.
2. Куликов М.А. Малые формы хозяйствования в АПК: развитие и государственная поддержка // Молочная промышленность. 2015. № 9. С. 66–69.
3. Сорокина Т.И. Результаты деятельности и перспективные направления развития малых форм хозяйствования в АПК Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2017. № 10. С. 45–50.
4. Комаров В.А. Исследование предприятий технического сервиса для обеспечения показателей надежности машин (на примере агропромышленного комплекса Республики Мордовия) // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 2. С. 222–238.
5. Комаров В.А., Нуянзин Е.А. Анализ технической оснащенности предприятий и готовности техники // Сельский механизатор. 2018. № 1. С. 12–13.
6. Подготовка специалистов агроинженерных направлений на базе специализированных учебных центров / Е.А. Нуянзин [и др.] // Техника и оборудование для села. 2016. № 3. С. 29–32.
7. Комаров В.А., Нуянзин Е.А. Обоснование потребности региона в кадрах агроинженерного профиля // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 41–43.
8. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 № 717 (с изм. и доп.). ГАРАНТ: [Информационно-правовой портал] [Электронный ресурс]: URL: <http://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения: 07.02.2019).
9. О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков

сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.12.2017 № 1544 [Электронный ресурс]. URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-13.12.2017-N-1544/> (дата обращения: 07.02.2019).

10. О внесении изменений в Государственную программу Республики Мордовия развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. Постановление Правительства Республики Мордовия от 23 января 2017 года № 24 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/445052714> (дата обращения: 07.02.2019).

11. О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы: Постановление Правительства РФ от 30.11.2018 г. № 1443 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72018360> (дата обращения: 25.02.2019).

12. Агропромышленный комплекс Республики Мордовия. Развитие малых форм хозяйствования с помощью ведомственных целевых программ. База отчетов и докладов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия. Саранск, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agro.e-morovia.ru/otchety> (дата обращения: 04.02.2019).

On the State Support for the Development of Small Businesses in the Regional Agribusiness

V.A. Komarov, I.V. Yakushev

Summary. The results of studies on the development of small forms of management using departmental target programs are presented. The volumes of activities to support novice farmers, family livestock farms and cooperatives on the example of the Republic of Mordovia for a period of 2012–2018 are shown. The data on indicators of economic activity of farms and family agricultural enterprises are presented.

Keywords: farm, family farm, cooperative, target program, state support, efficiency.

ПОЛЕВАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ

20 га – площадь экспозиции

6-7 июня

ДЕНЬ



ДОНСКОГО ПОЛЯ

БОЛЬШАЯ ПРАЗДНИЧНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ВСЕЙ СЕМЬИ!

- Демонстрация достижений сельского хозяйства
- Выступления творческих коллективов
- Ярмарка-продажа продуктов и товаров народного потребления
- Экспозиция районных подворий
- Батутный городок и аниматоры для детей
- Кафе под открытым небом

РОЗЫГРЫШ ЦЕННЫХ ПРИЗОВ
СРЕДИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ

20
ДЕМПОКАЗОВ
ВСЕГО ЦИКЛА
С/Х РАБОТ

90
СОРТОВ
КУЛЬТУРНЫХ
РАСТЕНИЙ

150
ЕДИНИЦ С/Х
ТЕХНИКИ



БОЛЕЕ 50 БРЕНДОВ АГРОХИМИИ
И ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ АГРАРНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С УЧАСТИЕМ ФЕДЕРАЛЬНЫХ
СПИКЕРОВ



268-77-68 DON-POLE.RU

РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

ЗЕРНОГРАДСКИЙ Р-Н, ПОС. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ, ОГЕНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Организатор:



Официальная поддержка:



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ДЕНЬ ВОРОНЕЖСКОГО ПОЛЯ 2019

ХІІІ МЕЖРЕГІОНАЛЬНА ВІСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦІЯ

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ,
ОСТРОГОЖСКИЙ РАЙОН, ПОС. ГРУШЕВАЯ ПОЛЯНА,
ЗАО «ОСТРОГОЖСКСАДПИТОМНИК»

27-28 ИЮНЯ
2019

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Плуги, дисковые бороны, комбинированные агрегаты, культиваторы, глубокорыхлители, уплотняющие катки, загрузчики сеялок, сеялки, опрыскиватели, разбрасыватели удобрений, технологии обработки почвы и сева
- Косилки, косилки-плющилки, грабли-ворошилки, пресс-подборщики, кормоуборочные комбайны, кормораздатчики-смесители, технологии заготовки кормов
- Жатки валковые, зерноуборочные комбайны, приспособления для уборки подсолнечника и кукурузы, пресс-подборщики, измельчители-мульчировщики, стокометатели, технологии возделывания и уборки зерновых культур
- Свеклоуборочные комбайны и комплексы, ботвоуборочные и корневыкалывающие машины, очистители головок корней, подборщики-погрузчики, технологии возделывания и уборки сахарной свеклы
- Тракторы, автомобили, спецтехника
- Семена, удобрения, средства защиты



ВОРОНЕЖКОМПЛЕКТ

РОСТСЕЛЬМАШ

ЭКОНИВА
ЭКОНИВА

AGRO-Лига

БМ Техника



AGRO-Лига

AGRO-Лига

ГАНЗА

АПК

АПК



ОРГАНИЗАТОРЫ:
Департамент
аграрной политики
Воронежской области
Выставочная фирма
«Центр»

КОНТАКТЫ:
Тел./факс
(473) 233-09-60
E-mail:
agro@vfcenter.ru
www.dvp36.ru

ЦЕНТР
ВЫСТАВОЧНАЯ ФИРМА